

# PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 29 May 2001 (29.05.01)	
International application No. PCT/EP00/08329	Applicant's or agent's file reference P032734/WO/1
International filing date (day/month/year) 26 August 2000 (26.08.00)	Priority date (day/month/year) 14 September 1999 (14.09.99)
Applicant KERNER, Boris	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

02 February 2001 (02.02.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Charlotte ENGER Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. März 2001 (22.03.2001)

PCT

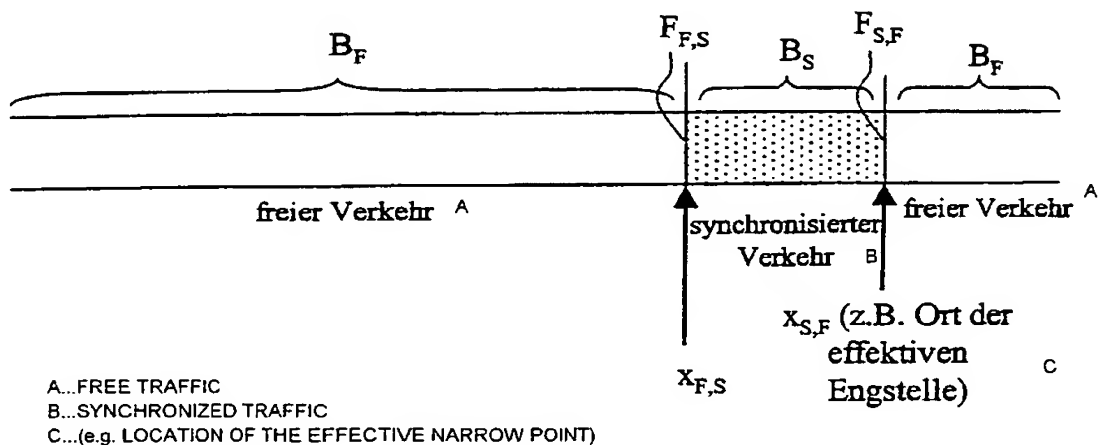
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/20574 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G08G 1/01 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KERNER, Boris  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08329 [DE/DE]; Luganer Strasse 5, D-70619 Stuttgart (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 26. August 2000 (26.08.2000) (74) Anwälte: WEISS, Klaus usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, FTP-C106, D-70546 Stuttgart (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  
(30) Angaben zur Priorität: 199 44 075.1 14. September 1999 (14.09.1999) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 227, D-70567 Stuttgart (DE).  
Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MONITORING THE CONDITION OF TRAFFIC FOR A TRAFFIC NETWORK COMPRISING EFFECTIVE NARROW POINTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERKEHRSZUSTANDSÜBERWACHUNG FÜR EIN VERKEHRSDATEN MIT EFFEKTIVEN ENGSTELLEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring the condition of traffic in a traffic network comprising effective narrow points during which the condition of traffic is classified into one or more condition phases based on recorded traffic measurement data of one or more traffic parameters, which at least comprise information concerning the traffic density and/or the average vehicle speed. Said condition phases at least comprise the condition phases of free traffic and synchronized traffic. The invention provides that, during the occurrence of an edge which is fixed at an effective narrow point and which is located between downstream flowing free traffic and upstream flowing synchronized traffic, the condition of traffic, upstream therefrom, is classified as a model of dense traffic that is representative of the respective narrow point. Said model contains one or more different regions of a different condition phase composition which is/are successive in an upstream direction, and contains an accompanying profile of the traffic parameters that are used for determining the condition phase. The invention also relates to the use of the inventive method, for example, for monitoring the condition of traffic and for projecting the traffic condition in a road network.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/20574 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Verkehrszustandsüberwachung. Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung des Verkehrszustands in einem Verkehrsnetz mit effektiven Engstellen, bei dem der Verkehrszustand unter Berücksichtigung von aufgenommenen Verkehrsmessdaten eines oder mehrerer Verkehrsparameter, die wenigstens Informationen über die Verkehrsstärke und/oder die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit umfassen, in jeweils eine von mehreren Zustandsphasen klassifiziert wird, die mindestens die Zustandsphasen freier Verkehr und synchronisierter Verkehrs umfassen. Erfindungsgemäss wird bei Auftreten einer an einer effektiven Engstelle fixierten Flanke zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr der Verkehrszustand stromaufwärts davon als ein für die jeweilige Engstelle repräsentatives Muster dichten Verkehrs klassifiziert, das einen oder mehrere verschiedene, stromaufwärts aufeinanderfolgende Bereiche unterschiedlicher Zustandsphasenzusammensetzung und ein zugehöriges Profil der für die Zustandsphasenermittlung berücksichtigten Verkehrsparameter beinhaltet. Verwendung z.B. zur Verkehrszustandsüberwachung einschliesslich Verkehrszustandsprognose in einem Strassenverkehrsnetz.

## Verfahren zur Verkehrszustandsüberwachung für ein Verkehrsnetz mit effektiven Engstellen

---

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung einschließlich Prognose des Verkehrszustands in einem Verkehrsnetz mit effektiven Engstellen, insbesondere in einem entsprechenden Straßenverkehrsnetz, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Unter effektiven Engstellen sind hierbei sowohl Engstellen im eigentlichen Sinn, d.h.: eine Verringerung der Anzahl nutzbarer Fahrspuren, als auch Engstellen im weiteren Sinn zu verstehen, die z.B. durch eine oder mehrere einmündende Zufahrtsspuren oder durch eine Kurve, eine Steigung, ein Gefälle, eine Aufteilung einer Fahrbahn in zwei oder mehrere Fahrbahnen, eine oder mehrere Ausfahrten oder eine sich langsam (im Vergleich mit der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit im freien Verkehr) bewegend Engstelle, z.B. durch ein langsam fahrendes Fahrzeug, bedingt sind.

Verfahren zur Überwachung und Prognose des Verkehrszustands auf einem Verkehrsnetz, z.B. einem Straßenverkehrsnetz, sind verschiedentlich bekannt und besonders auch für diverse Telematik-anwendungen in Fahrzeugen von Interesse. Ein Ziel dieser Verfahren ist es, aus den an Verkehrsmeßstellen erfaßten Verkehrsmeßdaten eine qualitative Beschreibung des Verkehrszustands an der jeweiligen Meßstelle und deren Umgebung zu gewinnen. Meßstellen in diesem Sinn sind vorliegend sowohl stationär wegenetzseitig installierte Meßstellen als auch bewegliche Meßstellen, wie sie beispielsweise von im Verkehr mitschwimmenden Stichprobenfahrzeugen (sogenannten "floating cars") oder durch eine mittels

All-, Raum- oder Luftüberwachung gewonnene Messung des Verkehrsablaufs repräsentiert werden.

Zur qualitativen Beschreibung des Verkehrszustands ist es bekannt, diesen in verschiedene Phasen einzuteilen, z.B. in eine Phase "freier Verkehr", bei der schnellere Fahrzeuge problemlos überholen können, eine Phase "synchronisierter Verkehr", bei dem kaum Möglichkeiten zum Überholen bestehen, jedoch noch eine hohe Verkehrsstärke vorherrscht, und eine Phase "Stau", bei der die Fahrzeuge nahezu stillstehen und auch die Verkehrsstärke auf sehr niedrige Werte sinkt, siehe z.B. den Zeitschriftenaufsatz B. S. Kerner und H. Rehborn, "Experimental properties of complexity in traffic flow", Physical Review E 53, R 4275, 1996. Unter der Phase synchronisierten Verkehrs ist hierbei sowohl ein Zustand zu verstehen, bei dem dadurch, daß in dieser Phase kaum Möglichkeiten zum Überholen bestehen, alle Fahrzeuge auf verschiedenen Spuren mit sehr ähnlicher, "synchronisierter" Geschwindigkeit fahren, wie dies z.B. insbesondere auf Streckenabschnitten ohne Zu- und Abfahrten der Fall ist, als auch ein Verkehrszustand, bei dem die Geschwindigkeitsverteilung für die Fahrzeuge auf verschiedenen Spuren noch unterschiedlich sein kann, jedoch die Tendenz zur Synchronisierung der Geschwindigkeiten derjenigen Fahrzeuge auf verschiedenen Spuren besteht, die jeweils eine gleiche Route fahren, da bezogen auf eine Fahrtroute kaum Möglichkeiten zum Überholen bestehen. Der Phaseneinteilung liegt die Idee zugrunde, die Phasen so zu wählen, daß jede von ihnen speziellen charakteristischen Eigenschaften des Verkehrsablaufs entspricht, so daß die zeitliche und örtliche Ausdehnung von Streckenabschnitten abgeschätzt werden kann, in denen sich der Verkehrszustand in einer bestimmten Phase befindet. In dem Zeitschriftenaufsatz B. S. Kerner, "Experimental Features of Self-Organization in Traffic Flow", Physical Review Letters, Band 81, Nr. 17, Seite 3797 werden in der Phase "synchronisierter Verkehr" Bereiche "gestauchter synchronisierter Verkehr" (sogenannte "pinch region") ausgewählt und im weiteren besonders behandelt. Dies sind Bereiche innerhalb von synchronisiertem Verkehr, in denen nur sehr niedrige Geschwindigkeiten

gefahren werden können und in denen sich spontan kurze Stauzustände bilden, die stromaufwärts wandern und dabei anwachsen können, was dann eventuell zu einem bleibenden Stauzustand führen kann.

Zur Überwachung und Prognose des Verkehrszustands "Stau" sind bereits verschiedene Verfahren bekannt, siehe die in der Offenlegungsschrift DE 196 47 127 A1, deren Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen wird, beschriebene automatische Staudynamikanalyse und aus der dort genannten Literatur bekannte Methoden.

In der nicht vorveröffentlichten, älteren deutschen Patentanmeldung Nr. 198 35 979.9, deren Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen wird, ist des weiteren die Überwachung und Prognose von synchronisiertem Verkehr beschrieben, insbesondere die Erkennung des Phasenübergangs zwischen freiem und synchronisiertem Verkehr und eine Prognose über die räumliche Ausdehnung von synchronisiertem Verkehr, indem auf die Position der stromaufwärtigen Flanke desselben dadurch geschlossen wird, daß für eine entsprechende stromaufwärtige Meßstelle spezielle Bedingungen für einen induzierten stromaufwärtigen Phasenübergang vom freien zum synchronisierten Verkehr nicht mehr erfüllt sind oder ein breiter Stau entstanden ist. Insbesondere eignet sich dieses Verfahren dazu, den Beginn einer Phase synchronisierten Verkehrs an einer effektiven Engstelle des Verkehrsnetzes zu erkennen und die zeitliche Entwicklung des sich stromaufwärts von dieser Engstelle bildenden Bereichs synchronisierten Verkehrs zu verfolgen, dessen stromabwärtige Flanke im allgemeinen an der effektiven Engstelle fixiert bleibt. Unter einer an der effektiven Engstelle fixierten Flanke wird dabei eine solche verstanden, die in der Umgebung dieser Engstelle verbleibt, d.h. in der Umgebung einer stationären effektiven Engstelle im wesentlichen stationär verbleibt bzw. sich mit einer beweglichen effektiven Engstelle im wesentlichen synchron mitbewegt. Der Ort der effektiven Engstelle ist somit derjenige, wo sich momentan die stromabwärtige Flanke des synchronisierten Verkehrs befindet.

In einer parallel eingereichten deutschen Patentanmeldung (unserre Akte P032254/DE/1), deren Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen wird, wird ein Verkehrszustandsüberwachungsverfahren beschrieben, bei dem der aktuelle Verkehrszustand hinsichtlich unterschiedlicher Zustandsphasen und besonders hinsichtlich synchronisiertem Verkehr und gestauchtem synchronisiertem Verkehr sowie dem Phasenübergang zwischen Zuständen synchronisierten Verkehrs einerseits und freien Verkehrs andererseits überwacht und bei Bedarf auf dieser Basis der zukünftige Verkehrszustand prognostiziert wird. Insbesondere lassen sich die Flanken von Bereichen synchronisierten Verkehrs mit diesem Verfahren relativ genau für aktuelle Zeitpunkte schätzen bzw. für zukünftige Zeitpunkte prognostizieren, zu denen sich diese nicht an einer Meßstelle, sondern irgendwo zwischen zwei Meßstellen befinden. Bevorzugt findet dabei eine geeignet ausgelegte Fuzzy-Logik Verwendung.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens der eingangs genannten Art zugrunde, mit denen der aktuelle Verkehrszustand speziell auch im Bereich stromaufwärts von effektiven Engstellen vergleichsweise zuverlässig überwacht werden kann und auf dieser Basis bei Bedarf auch eine vergleichsweise zuverlässige Prognose des zukünftigen Verkehrszustands möglich ist.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dieses Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß der Verkehrszustand stromaufwärts einer jeweiligen effektiven Engstelle des Verkehrsnetzes als ein Muster dichten Verkehrs klassifiziert wird, wenn eine an der betreffenden effektiven Engstelle fixierte Flanke zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr erkannt wird, d.h. wenn sich stromaufwärts der Engstelle dichter Verkehr bildet. Die Musterklassifikation des Verkehrszustands beinhaltet eine Einteilung des Verkehrs stromaufwärts der Engstelle in einen oder mehrere, stromaufwärts aufeinanderfolgende Bereiche unterschiedlicher Zu-



standsphasenzusammensetzung. Des weiteren beinhaltet die Musterklassifikation ein zustandsphasenabhängiges, zeit- und ortsabhängiges Profil von für die Zustandsphasenermittlung berücksichtigten Verkehrsparameter, wie mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit, Verkehrsfluß (auch Verkehrsfluß bezeichnet) und/oder Verkehrsdichte.

Häufig wird bei zunehmendem Verkehr speziell an effektiven Engstellen, bei denen es sich meist um stationäre Engstellen, in manchen Fällen aber auch um bewegliche Engstellen, wie sich sehr langsam bewegende Straßenbau- oder Straßenwartungsfahrzeuge oder Wanderbaustellen, handeln kann, ein vormals freier Verkehrszustand stromaufwärts der Engstelle zunächst in den sogenannten Bereich synchronisierten Verkehrs übergeht und sich daraus je nach weiterem Verkehr ein für die Engstelle typisches Muster dichten Verkehrs ausbildet. Dieses Muster kann in der minimalen Version allein aus dem an die effektive Engstelle stromaufwärts angrenzenden Bereich synchronisierten Verkehrs bestehen. Bei zunehmendem Verkehrsaufkommen und/oder entsprechender Streckeninfrastruktur wird zusätzlich die Bildung eines Bereichs gestauchten synchronisierten Verkehrs beobachtet. Aus diesem können sich Staus entwickeln, die stromaufwärts propagieren, wobei zwischen je zwei Staus freier oder synchronisierter bzw. gestauchter synchronisierter Verkehr vorliegen kann. Der Bereich, in welchem sich die stromaufwärts propagierenden, breiten Staus (im Gegensatz zu den in Bereichen gestauchten synchronisierten Verkehrs auftretenden schmalen Staus) liegen, wird als Bereich "sich bewegende breite Staus" bezeichnet.

Als Resultat dieser Erkenntnisse kann durch das erfindungsgemäße Verfahren bei Erkennung eines sich stromaufwärts einer Engstelle ausbildenden synchronisierten Verkehrs anhand vergleichsweise weniger aktueller oder prognostizierter Verkehrsmeßdaten eine Zuordnung des Verkehrszustands zu einem passenden, für die jeweilige Engstelle typischen Muster getroffen werden. Die weitere Analyse oder Auswertung und speziell auch die Prognose des zukünftig zu erwartenden Verkehrszustands kann dann auf der Basis

dieser Mustererkennung mit vergleichsweise wenig zu verarbeiten- dem Datenmaterial und folglich mit entsprechend geringem Rechenaufwand erfolgen. Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß es im Gegensatz zu mathematischen Verkehrszustandsmodellen mit vielen zu validierenden Parametern eine musterbasierte Modellierung ohne zu validierende Parameter beinhaltet.

Ein nach Anspruch 2 weitergebildetes Verfahren ermöglicht die Musterklassifikation des Verkehrszustands auch für den Fall, daß sich ein zunächst an einer effektiven Engstelle entstehendes Muster dichten Verkehrs über eine oder mehrere weitere stromaufwärtige effektive Engstellen hinweg ausgedehnt hat. Es zeigt sich, daß die Musterklassifikation auch für diesen Fall möglich ist und das übergreifende Muster aus denselben Bereichen aufgebaut ist wie ein nur eine effektive Engstelle enthaltendes, einzelnes Muster, d.h. auch das übergreifende Muster besteht aus einer charakteristischen Folge von Bereichen "synchronisierter Verkehr", "gestauchter synchronisierter Verkehr" und "sich bewegendende breite Staus".

Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Verfahren wird das für eine jeweilige Engstelle zeit- und ortsabhängig ermittelte Muster aus aufgenommenen Verkehrsmeßdaten empirisch bestimmt und abrufbar gespeichert. Dadurch kann der Engstelle zu jedem späteren Zeitpunkt, zu dem dort eine fixierte Flanke zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr erkannt wird, das am besten zu den aktuell aufgenommenen oder für den betreffenden Zeitpunkt prognostizierten Verkehrsmeßdaten passende Musterprofil aus den abgespeicherten Musterprofilen ausgewählt und als aktueller bzw. prognostizierter Verkehrszustand für den entsprechenden Streckenabschnitt des Verkehrsnetzes stromaufwärts der Engstelle verwendet werden.

Bei einem nach Anspruch 4 weitergebildeten Verfahren wird der dichte Verkehrszustand stromaufwärts einer effektiven Engstelle in Abhängigkeit vom Fahrzeugzufluß nach drei Mustervarianten un-

terschieden, und jedem der drei Varianten wird ein entsprechendes zeit- und ortsabhängiges Musterprofil für einen oder mehrere der wichtigen Verkehrsparameter "mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit", "Verkehrsfluß" und "Verkehrsdichte" zugeordnet. Bei einer ersten Variante besteht das Muster nur aus einem Bereich synchronisierten Verkehrs. Bei einer zweiten Variante besteht das Muster zusätzlich aus einem stromaufwärts anschließenden Bereich gestauchten synchronisierten Verkehrs, und bei einer dritten Mustervariante kommt ein Bereich sich bewegendem breiter Staus stromaufwärts des Bereichs gestauchten synchronisierten Verkehrs hinzu. Die zugehörigen, im allgemeinen zeitabhängigen Flankenpositionen zwischen den verschiedenen Musterbereichen werden durch jeweils geeignete Verfahren beispielsweise der eingangs genannten Art ermittelt.

Ein nach Anspruch 5 weitergebildetes Verfahren ermöglicht die Erkennung und Verfolgung übergreifender Muster dichten Verkehrs im betrachteten Verkehrsnetz in Abhängigkeit der Fahrzeugflüsse. Insbesondere können in Abhängigkeit der Fahrzeugflüsse Ort und Zeit der Auslösung eines jeweiligen übergreifenden Musters und die Abfolge der einzelnen Bereiche "synchronisierter Verkehr", "gestauchter synchronisierter Verkehr" und "sich bewegendem breite Staus" in jedem übergreifenden Muster ermittelt werden. Des Weiteren kann der zeitliche und örtliche Verlauf von stromaufwärts durch Bereiche synchronisierten Verkehrs und/oder gestauchten synchronisierten Verkehrs propagierenden Staus prognostiziert werden, wenn in einem übergreifenden Muster ein Bereich "sich bewegendem breite Staus" mit Bereichen synchronisierten Verkehrs und/oder gestauchten synchronisierten Verkehrs überlappt.

In weiterer Ausgestaltung dieser Maßnahme der Flankenpositionsermittlung ist beim Verfahren nach Anspruch 6 eine zeitliche Verfolgung der Positionen diverser Flanken zwischen den verschiedenen Musterbereichen bzw. von Staus in übergreifenden Mustern und/oder die Erkennung neu auftretender übergreifender Muster vorgesehen, so daß die Lage und Ausdehnung jedes der sich

in ihrer Zustandsphasenzusammensetzung unterscheidenden Bereiche eines einzelnen oder übergreifenden Musters in der zeitlichen Entwicklung verfolgen läßt.

Bei einem nach Anspruch 7 weitergebildeten Verfahren wird zusätzlich die zur Durchquerung des Streckenabschnitts, in welchem sich das einzelne oder übergreifende Muster des dichten Verkehrs befindet, voraussichtlich benötigte Reisezeit zeitabhängig ermittelt und gespeichert. Die gespeicherten Reisezeitinformationen können dann z.B. direkt im Rahmen eines Verfahrens zur Schätzung aktuell zu erwartender bzw. zur Prognose zukünftig zu erwartender Reisezeiten für das Befahren bestimmter, vorgegebbarer Strecken des Verkehrsnetzes genutzt werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 8 werden nach Erkennen eines einzelnen oder übergreifenden Musters die Positionen zugehöriger Flanken und der Zufluß zum Muster aktuell erfaßt. Anhand dieser Informationen wird das hierzu am besten passende Musterprofil aus den abgepeicherten Musterprofilen ausgewählt und eine Prognose über die weitere Entwicklung des Musters dichten Verkehrs an der betreffenden effektiven Engstelle durchgeführt. Dies kann insbesondere eine Prognose relevanter Verkehrszustandsparameter, wie mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit, Verkehrsfluß und/oder Verkehrsdichte, und bei Bedarf auch der zu erwartenden Reisezeit umfassen.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen veranschaulicht und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Streckenabschnitts eines Straßenverkehrsnetzes mit einer effektiven Engstelle und eines stromaufwärtigen Musters dichten Verkehrs, das aus einem Bereich synchronisierten Verkehrs besteht,

- Fig. 2 eine Darstellung entsprechend Fig. 1, jedoch für ein Muster dichten Verkehrs, das zusätzlich einen Bereich gestauchten synchronisierten Verkehrs enthält,
- Fig. 3 eine Darstellung entsprechend Fig. 2, jedoch für ein Muster dichten Verkehrs, das zusätzlich einen Bereich sich bewogender breiter Staus enthält,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Bestimmung von aktuellen und zukünftigen Verkehrszuständen an einer Meßstelle zur Überwachung und Prognose von Verkehrszuständen einschließlich Mustern dichten Verkehrs stromaufwärts von Engstellen und
- Fig. 5 eine Ansicht entsprechend Fig. 4, jedoch für den Fall einer Positionsbestimmung einer zwischen zwei Meßstellen liegenden Flanke zwischen freiem und synchronisiertem Verkehr.

Fig. 1 veranschaulicht beispielhaft einen Streckenabschnitt einer Richtungsfahrbahn eines Straßenverkehrsnetzes, wie z.B. einen Autobahnabschnitt, dessen Verkehrszustand beispielsweise von einer Verkehrszentrale für den aktuellen Zeitpunkt geschätzt, d.h. rechnerisch ermittelt, und für zukünftige Zeitpunkte prognostiziert wird. Zur Erfassung von hierfür dienenden Verkehrsmeßdaten sind je nach Bedarf fest installierte und/oder bewegliche Meßstellen vorgesehen. Die Meßdaten werden von der Verkehrszentrale geeignet empfangen und von einer dortigen Recheneinheit geeignet ausgewertet. Für weitere Implementierungsdetails solcher Verkehrszustandsüberwachungssysteme sei auf die eingangszitierte Literatur und insbesondere auch auf die dort erwähnte, parallel eingereichte deutsche Patentanmeldung verwiesen.

Charakteristisch für das vorliegende Verkehrszustandsüberwachungssystem ist die Implementierung eines Überwachungsverfahrens, das eine Erkennung typischer Musterprofile dichten Verkehrs stromaufwärts von effektiven Engstellen und eine Klassifizierung derselben umfaßt, anhand der dann eine vergleichsweise einfache und zuverlässige Schätzung des aktuellen Verkehrszu-

stands ebenso wie eine Prognose des zukünftig zu erwartenden Verkehrszustands in diesem Streckenbereich möglich ist.

Fig. 1 zeigt den Beispielfall, daß sich an einer Streckenposition  $x_{s,f}$  eine effektive Engstelle befindet und sich durch entsprechend hohes Verkehrsaufkommen eine an dieser fixierte Flanke  $F_{s,f}$  zwischen einem stromabwärtigen Bereich  $B_f$  freien Verkehrs und einem stromaufwärtigen Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs gebildet hat. Die Bildung einer solchen Flanke  $F_{s,f}$  läßt sich beispielsweise mit dem in der oben genannten deutschen Patentanmeldung Nr. 198 90 35 979.9 beschriebenen Verfahren erkennen. Dabei kann es sich um eine räumlich fixierte Engstelle, wie z.B. eine dauerhafte Fahrspurverringering an dieser Stelle, aber auch um eine bewegliche Engstelle handeln, wie sie z.B. von einer "Wanderbaustelle" oder sehr langsam fahrenden Straßenbaustellenfahrzeugen gebildet werden.

Bei Erkennung einer solchen fixierten Flanke  $F_{s,f}$  zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr  $B_f$  und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr  $B_s$  erfolgt dann verfahrensgemäß eine Klassifizierung des Verkehrszustands stromaufwärts der effektiven Engstelle in ein Muster dichten Verkehrs. Dies nutzt die experimentell beobachtete Tatsache aus, daß sich bei erhöhtem Verkehrsaufkommen stromaufwärts von solchen effektiven Engstellen ganz typische Musterprofile dichten Verkehrs ausbilden, d.h. sich der Verkehrszustand dort in gewisse typische Varianten eines Musters dichten Verkehrs klassifizieren läßt.

Eine Behandlung des Verkehrszustands in diesem Bereich als Muster dichten Verkehrs ermöglicht dann eine vergleichsweise zuverlässige Prognose des zukünftigen Verkehrszustands und der zum Durchfahren dieses Bereichs erforderlichen Reisezeit mit relativ geringem Rechenaufwand und relativ wenigen Meßdateninformationen. Dazu wird der jeweiligen effektiven Engstelle, insbesondere zu allen Stellen mit Zufahrten, ein bestimmtes Muster des dichten Verkehrs stromaufwärts derselben auf der Basis von Messungen des Verkehrs, d.h. Messungen von für den Verkehrszustand reprä-

sentativen Verkehrsparametern zugeordnet. Ein solches Muster dichten Verkehrs beinhaltet entsprechende zeit- und ortsabhängige Profile der berücksichtigten Verkehrsparameter, wie der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdichte, und bevorzugt auch der dem jeweils vorliegenden Muster entsprechenden Reisezeit. Es zeigt sich, daß diese zeitlich-räumlichen Profile des Musters dichten Verkehrs deutlich, um mehr als ein vorgegebenes Maß, von den entsprechenden Profilen freien Verkehrs abweichen. Des weiteren zeigt sich, daß die dem Muster dichten Verkehrs jeweils zugeordneten zeitlich-räumlichen Profile der berücksichtigten Verkehrsparameter, wie der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdichte, und die zum Muster gehörige Reisezeit bei jeder effektiven Engstelle charakteristische Eigenschaften aufweisen. Diese Eigenschaften sind in dem Sinne charakteristisch, daß sie für verschiedene Zeiten, z.B. verschiedene Tageszeiten und/oder verschiedene Tage reproduzierbar und prognostizierbar sind, d.h. daß diese charakteristischen Eigenschaften einschließlich ihrer charakteristischen Zeitabhängigkeit ohne eine Validierung der Parameter eines verwendeten Verkehrsprognosemodells prognostiziert werden können.

Wie gesagt, besteht im Beispiel von Fig. 1 das Muster dichten Verkehrs allein aus dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs mit einer stromabwärtigen Flanke  $F_{s,f}$  am Ort  $x_{s,f}$  der effektiven Engstelle und einer stromaufwärtigen Flanke  $F_{f,s}$ , deren Position  $x_{f,s}$  meßtechnisch und rechnerisch erfaßt und in seiner zeitlichen Entwicklung verfolgt wird und an die sich stromaufwärts ein weiterer Bereich  $B_f$  freien Verkehrs anschließt.

Eine weitere, typischerweise auftretende Variante des Musters dichten Verkehrs ist in Fig. 2 dargestellt und beinhaltet zusätzlich zum Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs einen stromaufwärts an dessen stromaufwärtige Flanke  $F_{Gs,s}$  anschließenden Bereich  $B_{Gs}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs. Bei einem solchen Bereich "gestauchter synchronisierter Verkehr" ("pinch region" genannt) entstehen in ansonsten synchronisiertem Verkehr

schmale Staus, die aber nicht einzeln verfolgt werden. Zur Einteilung des Verkehrszustands in die Zustandsphasen "freier Verkehr", "synchronisierter Verkehr" mit oder ohne Bereiche "gestauchter synchronisierter Verkehr" sowie "Stau" siehe auch die oben genannte, parallele deutsche Patentanmeldung, in der auch geeignete Maßnahmen zur zeitlichen Verfolgung der Position  $x_{GS,s}$  der stromabwärtigen Flanke  $F_{GS,s}$  und der Position  $x_{F,GS}$  der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,GS}$ , an die sich stromaufwärts wiederum ein Bereich  $B_F$  freien Verkehrs anschließt, angegeben sind.

Bei entsprechend hohem Verkehrsaufkommen und/oder entsprechender Streckeninfrastruktur kann sich als weitere Variante in einer vollen Ausprägung ein Muster dichten Verkehrs ausbilden, wie es in Fig. 3 veranschaulicht ist. Dieses umfaßt zusätzlich zu dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs und dem daran stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs einen daran stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_{St}$  sich bewogender breiter Staus, an den sich dann erst wieder ein Bereich  $B_F$  freien Verkehrs stromaufwärts anschließt. Mit anderen Worten besteht das vorliegend klassifizierte Muster des dichten Verkehrs stromaufwärts einer effektiven Engstelle im allgemeinen aus den drei stromaufwärts aufeinanderfolgenden Bereichen synchronisierten Verkehrs  $B_s$ , gestauchten synchronisierten Verkehrs  $B_{GS}$  und sich bewogender breiter Staus  $B_{St}$ , von dem die Fig. 2 bzw. 1 reduzierte Formen zeigen, in denen der Bereich  $B_{St}$  "sich bewogende breite Staus" bzw. zusätzlich der Bereich  $B_{GS}$  "gestauchter synchronisierter Verkehr" fehlen, was z.B. insbesondere in der Entstehungsphase des vollen Musters von Fig. 3 der Fall ist. Anders gesagt, das volle Muster entsprechend Fig. 3 bildet sich stromaufwärts einer effektiven Engstelle typischerweise in der Reihenfolge der Fig. 1 bis 3 dadurch aus, daß zunächst an der effektiven Engstelle der Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs entsteht, aus dem sich dann stromaufwärts davon, wenn das Verkehrsaufkommen entsprechend hoch bleibt und/oder dies die Infrastruktur des entsprechenden Streckenabschnitts zuläßt, der Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs und eventuell auch der Bereich  $B_{St}$  sich bewogender breiter Staus herausbilden.



Der Bereich  $B_{st}$  sich bewogender breiter Staus besteht aus einzeln verfolgbaren, stromaufwärts propagierenden breiten Staus, wie z.B. den Staus  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , von denen der am weitesten stromaufwärts liegende Stau  $S_3$  den zum betrachteten Zeitpunkt letzten Stau darstellt. Unter der Zustandsphase "Stau" wird hierbei wie üblich eine sich stromaufwärts bewegende Struktur des Verkehrsstroms verstanden, bei der sich beide Stauflanken entgegen der Fahrtrichtung bewegen. Innerhalb der Zustandphase "Stau" sind sowohl die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit als auch der Verkehrsfluß sehr klein. Häufig bilden sich im Lauf der Zeit mehrere voneinander beabstandete Staus  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  stromaufwärts des Bereiches  $B_{gs}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs, die dementsprechend den stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_{st}$  "sich bewogende breite Staus" bilden. Zwischen den einzelnen Stauzonen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  kann der Verkehrszustand die Zustandsphase freien Verkehrs und/oder synchronisierten Verkehrs mit oder ohne Bereiche gestauchten synchronisierten Verkehrs haben. Die Position  $x_{F,st}$  der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,st}$  des stromaufwärts letzten Staus  $S_3$  bildet den Übergang zum stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_f$  freien Verkehrs.

In der Anwendung des vorliegenden Verfahrens werden, um eine Einordnung der Muster zur jeweiligen effektiven Engstelle zu erreichen, zuerst im Verkehrsnetz alle Stellen, wo effektive Engstellen sich befinden, ausgewählt. Danach wird auf der Basis der experimentellen Verkehrsdaten zu jeder effektiven Engstelle je nach Verkehrsaufkommen in der Umgebung der effektiven Engstelle entweder das "volle" Muster bzw. eine der zwei genannten "abgekürzten" Muster zugeteilt. Jedes dieser Muster beinhaltet zusätzlich ein zugehöriges zeit- und/oder ortsabhängiges Profil der verschiedenen Verkehrsparameter, wie z.B. der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, der Fahrzeugdichte, der Reisezeit usw. Diese zeit- und/oder ortsabhängigen Profile richten sich nicht nur auf das Muster, sondern auch auf die jeweilige effektive Engstelle.

Beim vorliegenden Verkehrsüberwachungsverfahren wird nun vorab, wie oben gesagt, empirisch anhand entsprechender Verkehrsmessungen im Bereich stromaufwärts der jeweiligen effektiven Engstelle das zeitlich-räumliche Profil des für diese Engstelle typischen Musters dichten Verkehrs ermittelt und abgespeichert, insbesondere hinsichtlich der zeitlich-räumlichen Profile der wesentlichen berücksichtigten Verkehrsparameter, wie der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdicht. Dazu wird für verschiedene Werte des Zuflusses zur betreffenden Engstelle festgestellt und abgespeichert, ob das Muster zum betreffenden Zeitpunkt nur aus dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs entsprechend Fig. 1, aus dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs und dem Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs gemäß Fig. 2 oder aus allen drei verschiedenen Musterbereichen  $B_s$ ,  $B_{GS}$  und  $B_{St}$  gemäß Fig. 3 besteht. Für jede dieser drei Mustervarianten wird das zeitlich-räumliche Profil der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdichte zugeordnet und abgespeichert. Zudem wird bevorzugt für jede dieser drei Mustervarianten für die jeweilige effektive Engstelle die zu erwartende Reisezeit ermittelt und gespeichert. Speziell werden für jede Engstelle und für die verschiedenen Zuflüsse zur betreffenden Engstelle die Position  $x_{s,F}$  der stromabwärtigen Flanke  $F_{s,F}$  des Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs, d.h. der Ort der effektiven Engstelle, die Position  $x_{GS,S}$  der Flanke  $F_{GS,S}$  zwischen dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs und dem stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs sowie die Position  $x_{St,GS}$  der Flanke  $F_{St,GS}$  zwischen dem Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs und des stromaufwärts anschließenden Bereichs  $B_{St}$  sich bewegender breiter Staus als eine Funktion des Zuflusses zu jeder der genannten Flanken ermittelt und abgespeichert.

Im aktuellen Verkehrszustandsüberwachungsbetrieb wird dann nach Feststellen einer an einer effektiven Engstelle fixierten Flanke  $F_{s,F}$  zwischen einen stromabwärtigen Bereich  $B_F$  freien Verkehrs und einem sich stromaufwärts bildenden Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs die Position  $x_{F,s}$  von dessen stromaufwärtiger Flanke  $F_{F,s}$ ,

an die gemäß Fig. 1 wiederum ein Bereich  $B_F$  freien Verkehrs anschließt, ermittelt. Zudem wird der Zufluß zu dieser Flanke  $F_{F,s}$  oder alternativ dazu der Zufluß zur zugehörigen effektiven Engstelle erfaßt. Anhand dieser Eingangsdaten wird dann aus dem Speicher die dazu am besten passende Mustervariante des dichten Verkehrs ausgewählt und verwendet, insbesondere das zugehörige zeitlich-räumliche Profil der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdichte und der zugehörigen zeitabhängigen Reisezeit. Anhand der laufend ermittelten aktuellen Position  $x_{F,s}$  der Flanke  $F_{F,s}$  zwischen dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs und dem stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_F$  freien Verkehrs sowie anhand der Zuflüsse zur jeweiligen Engstelle wird dann ausgehend vom aktuell ausgewählten Musterprofil eine Prognose über die weitere Entwicklung des Musters erstellt. Dies beinhaltet insbesondere eine Prognose darüber, ob sich aus dem anfänglichen Muster gemäß Fig. 1 eine der beiden anderen Mustervarianten gemäß den Fig. 2 und 3 herausbildet bzw. wann und wie sich das Muster dichten Verkehrs wieder bis zum Zustand freien Verkehrs an der betreffenden effektiven Engstelle zurückbildet.

Wenn aktuell oder für die Zukunft prognostiziert das Muster dichten Verkehrs an der jeweiligen Engstelle auch den Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs gemäß Fig. 2 enthält, wird dann auch für diesen Bereich  $B_{GS}$  laufend eine Ermittlung der Positionen  $x_{St,GS}$ ,  $x_{GS,s}$  der beiden ihn begrenzenden Flanken  $F_{St,GS}$ ,  $F_{GS,s}$  vorgenommen, wie z.B. in der oben genannten, parallelen deutschen Patentanmeldung beschrieben. Zusätzlich wird wiederum der zugehörige Zufluß zur betrachteten Engstelle erfaßt. Aus diesen Ausgangsinformationen wird dann wiederum aus den abgespeicherten Musterprofilen diejenige Mustervariante und das entsprechende zeitlich-räumliche Profil der berücksichtigten Verkehrsparameter und der zu erwartenden Reisezeit aus den gespeicherten Mustern ausgewählt, das am besten zu diesen Eingangsdaten paßt. Auf der Basis des ausgewählten Musterprofils wird dann eine verbesserte Prognose über das zeitlich-räumliche Profil der berücksichtigten Verkehrsparameter, wie insbesondere der mittlere

ren Fahrzeuggeschwindigkeit, des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdichte, und der zugehörigen zeitabhängigen Reisezeit erstellt.

Wenn das aktuell vorliegende bzw. das prognostizierte Muster auch den Bereich  $B_{St}$  sich bewegender breiter Staus enthält, werde die einzelnen dortigen Staus  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$  durch ein stromaufwärts der stromaufwärtigen Flanke  $F_{St,GS}$  des Bereichs  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs angewandtes Verfahren zur dynamischen Stauverfolgung und Prognose, wie es beispielsweise in der oben genannten DE 196 47 127 A1 beschrieben ist, in ihrer zeitlichen Entwicklung verfolgt und bei der Bestimmung der zugehörigen, zu erwartenden Reisezeit entsprechend berücksichtigt.

Es zeigt sich, daß durch das oben beschriebene, erfindungsgemäße Verfahren der Verkehrszustand stromaufwärts von effektiven Engstellen auch bei höherem Verkehrsaufkommen mit relativ geringem Rechenaufwand aktuell geschätzt und für die Zukunft prognostiziert werden kann, in dem von einem Mustererkennungsprozeß Gebrauch gemacht wird, der die empirisch beobachtete Tatsache ausnutzt, daß sich stromaufwärts von solchen effektiven Engstellen bei hohem Verkehrsaufkommen ein charakteristisches Muster des dichten Verkehrs bildet. Dieses umfaßt mindestens einen stromaufwärts an die effektive Engstelle anschließenden Bereich synchronisierten Verkehrs, gegebenenfalls einen stromaufwärts daran anschließenden Bereich gestauchten synchronisierten Verkehrs und in seiner vollen Ausprägung darüber hinaus einen daran anschließenden Bereich sich bewegender breiter Staus. Durch Einsatz geeigneter Berechnungsverfahren lassen sich die Flanken der einzelnen Musterbereiche und die jeweils zugehörigen zeitlich-räumlichen Profile der wesentlichen, für den Verkehrszustand repräsentativen Verkehrsparameter, wie mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit, Verkehrsfluß und Verkehrsdichte, sehr zuverlässig schätzen und prognostizieren. Dies bietet des weiteren die Möglichkeit von vergleichsweise zuverlässigen Reisezeitprognosen für Fahrten, die über derartige effektive Engstellen führen.

Während in der obigen Verfahrensbeschreibung der Fall eines sich an einer effektiven Engstelle ohne Beeinflussung weiterer effektiver Engstellen bildenden Musters dichten Verkehrs betrachtet wurde, eignet sich das vorliegende Verfahren auch für den Fall mehrerer in ein Muster dichten Verkehrs involvierter effektiver Engstellen, worauf nachfolgend näher eingegangen wird. Dieser Fall tritt ein, wenn das stromaufwärtige Ende eines zu einer ersten effektiven Engstelle gehörigen Musters die Position einer zweiten effektiven Engstelle erreicht, die der ersten effektiven Engstelle stromaufwärts am nächsten liegt. Je nach Entwicklung des Musters dichten Verkehrs können neben der zweiten eine oder mehrere weitere, stromaufwärts aufeinanderfolgende effektive Engstellen in ein solches ausgedehntes Muster dichten Verkehrs einbezogen sein. Die sich über mehrere effektive Engstellen hinweg erstreckenden Muster dichten Verkehrs seien als "übergreifende" Muster dichten Verkehrs bezeichnet, im Unterschied zu dem als "einzelnes Muster" zu bezeichnenden, nur jeweils eine effektive Engstelle enthaltenden Muster dichten Verkehrs.

Die Entwicklung eines solchen übergreifenden Musters beginnt zu dem Zeitpunkt, zu dem das stromaufwärtige Ende eines zur besagten ersten, stromabwärtigen effektiven Engstelle gehörigen, ersten Muster die Position der am nächsten stromaufwärts liegenden zweiten effektiven Engstelle erreicht. Da die Entstehung synchronisierten Verkehrs aus freiem Verkehr an jeder effektiven Engstelle ein Phasenübergang "erster Ordnung" ist, der durch jede Störung des Verkehrs, die größer als eine kritische Störung ist, entsteht, kann das Eintreffen des stromaufwärtigen Endes des ersten, stromabwärtigen Musters dichten Verkehrs diesen Phasenübergang auslösen. Dieser Phasenübergang tritt auf, wenn bedingt durch das Verkehrsaufkommen und die Streckeninfrastruktur der Zustand freien Verkehrs an der stromaufwärtigen effektiven Engstelle ohnehin schon labil war, so daß dort das Eintreffen des stromaufwärtigen Endes des zur ersten effektiven Engstelle gehörigen Musters dichten Verkehrs den Phasenübergang "triggert". Als Resultat dieses Phasenübergangs bildet sich dann stromaufwärts der stromaufwärtigen, zweiten effektiven Engstelle

wiederum ein Bereich synchronisierten Verkehrs bzw. gestauchten synchronisierten Verkehrs.

Dieser letztgenannte Bereich verknüpft sich für den Fall, daß das an der stromaufwärtigen effektiven Engstelle eintreffende Muster dichten Verkehrs von einer der in den Fig. 1 und 2 gezeigten, reduzierten Formen ist, mit dessen Bereich synchronisierten Verkehrs bzw. gestauchten synchronisierten Verkehrs, so daß sich ein übergreifendes Muster bildet, das als neu entstehendes, beiden effektiven Engstellen gemeinsam zugeordnetes Muster betrachtet wird und sich weiter analog zu einem "einzelnen" Muster entwickelt. Die Entwicklung des übergreifenden Musters, d.h. die zeitliche und räumliche Entwicklung der Flanken der verschiedenen Musterbereiche, ist dabei dann von den Eigenschaften beider einbezogener effektiver Engstellen abhängig. Das den beiden Engstellen zugeteilte übergreifende Muster wird, wie im Fall des "einzelnen" Musters, mit dem entsprechenden zeit- und/oder ortsabhängigen Profil der verschiedenen berücksichtigten Verkehrsparameter gespeichert und bei der weiteren Verkehrszustandsüberwachung und -prognose berücksichtigt.

Die geschilderte Prozedur der Einbeziehung einer jeweils nächsten stromaufwärtigen effektiven Engstelle, die von einem stromabwärtigen Muster dichten Verkehrs erreicht wird, wird für alle effektiven Engstellen sukzessive von einer zur nächsten effektiven Engstelle stromaufwärts durchgeführt. Dadurch können zu einem Verkehrsnetz ein oder mehrere übergreifende Muster zugeteilt werden, die in manchen Fällen eine beträchtliche Ausdehnung von z.B. mehreren zehn oder sogar hundert Kilometern erreichen können. Jedes übergreifende Muster besteht aus einer Folge von vollständigen Einzelmustern entsprechend Fig. 3 und/oder reduzierten Mustern entsprechend den Fig. 1 und 2. Außerdem kann ein übergreifendes Muster auch eine Form haben, bei der ein Bereich "sich bewegende breite Staus", der in einem stromabwärts liegenden Muster dichten Verkehrs entstanden ist, mit einem Bereich synchronisierten Verkehrs und/oder gestauchten synchronisierten Verkehrs in einem stromaufwärts liegenden Muster dichten Ver-

kehre überlappt. Dies ist dadurch möglich, daß sich bewegende breite Staus sowohl durch synchronisierten Verkehr als auch durch gestauchten synchronisierten Verkehr frei stromaufwärts durchlaufen. Außerdem ist die Geschwindigkeit der stromabwärtigen Flanke jedes sich bewegenden breiten Staus eine charakteristische Größe, deren mittlerer Wert davon unabhängig ist, ob ein sich bewegendes breiter Stau durch freien Verkehr oder durch synchronisierten Verkehr oder durch gestauchten synchronisierten Verkehr durchläuft.

Da mehrere Bereiche sich bewegendes breiter Staus verschiedener "voller" Muster dichten Verkehrs zu entsprechenden effektiven Engstellen gleichzeitig entstehen können, können mehrere Überlappungen der verschiedenen Bereiche sich bewegendes breiter Staus mit Bereichen synchronisierten Verkehrs und/oder gestauchten synchronisierten Verkehrs in einem übergreifenden Muster existieren. Dabei bewegen sich die Staus in jedem Bereich "sich bewegendes breite Staus" stets stromaufwärts und können mit einem der oben erwähnten herkömmlichen Stauverfolgungsverfahren in ihrer zeitlichen Entwicklung beobachtet werden, wodurch dementsprechend der zeitliche Verlauf der Überlappungen verfolgt werden kann. Diese Informationen über die zeitliche Veränderung des übergreifenden Musters durch die Bewegung der verschiedenen Staus werden ebenfalls als zum übergreifenden Muster dichten Verkehrs gehörig gespeichert und können durch entsprechenden Abruf des übergreifenden Musters für eine Prognose des Verkehrs im betrachteten Verkehrsnetz berücksichtigt werden.

Diese Vorgehensweise basiert auf der Erkenntnis, daß sich Staus als eigene verkehrliche Objekte stromaufwärts durch den Verkehr mit den Zustandsphasen freien Verkehrs oder synchronisierten Verkehrs hindurchbewegen. Wenn somit ein Bereich sich bewegendes breiter Staus eines zu einer oder mehreren stromabwärtigen effektiven Engstellen gehörigen Musters dichten Verkehrs an einer stromaufwärtigen effektiven Engstelle ankommt, bewegen sich dessen breite Staus einfach weiter über die stromaufwärtige effektive Engstelle hinweg. Sie können dort allerdings, wenn die

hierzu nötigen Voraussetzungen hinsichtlich Verkehrsaufkommen und Engstellencharakteristik erfüllt sind, den Phasenübergang von freiem zu synchronisiertem Verkehr auslösen, falls noch kein synchronisierter Verkehr vorgelegen hat. Dieser Phasenübergang tritt deshalb relativ leicht auf, weil der maximale Verkehrsfluß über die Engstelle hinweg im Zustand synchronisierten Verkehrs niedriger ist als im Zustand freien Verkehrs. Bei freiem Verkehr mit genügend hohem Verkehrsfluß wird daher schon durch eine kleinere Verkehrsstörung, wie sie beispielsweise ein durchlaufender breiter Stau darstellt, in den Zustand synchronisierten Verkehrs "getriggert".

Wenn nun ein Bereich sich bewogender breiter Staus als stromaufwärtiger Bereich eines "vollen" einzelnen Musters oder als entsprechender Teilbereich eines übergreifenden Musters mit seinem stromaufwärtigen Ende die stromaufwärts benachbarte effektive Engstelle erreicht und dort die Bildung synchronisierten Verkehrs ausgelöst hat, kann es stromaufwärts von dieser Engstelle wiederum zur Bildung eines einzelnen oder übergreifenden Musters mit den Strukturen gemäß den Fig. 1 bis 3 kommen, wenn dies durch das Verkehrsaufkommen und die Streckeninfrastruktur induziert ist, wobei sich diese Musterbildung praktisch unabhängig von der Musterstruktur an stromabwärts liegenden effektiven Engstellen vollziehen bzw. weiterentwickeln kann.

Die Entstehung von Bereichen synchronisierten Verkehrs bzw. gestauchten synchronisierten Verkehrs sowie von Bereichen sich bewogender breiter Staus läßt sich aus folgenden Überlegungen verstehen und erkennen. Im freien Verkehr ist im Mittel der gesamte Verkehrsabfluß  $Q$  am Querschnitt einer jeweiligen effektiven Engstelle gleich groß wie der gesamte stromaufwärtige Netto-Verkehrszufluß  $Q_n$  zur Lokalisierungsstelle der effektiven Engstelle unter Berücksichtigung aller Zu- und Abfahrten im betreffenden Bereich. Die Lokalisierungsstelle einer effektiven Engstelle ist hierbei diejenige Stelle, wo die stromabwärtige Flanke zwischen synchronisiertem Verkehr, der durch die Existenz dieser effektiven Engstelle entsteht, und freiem Verkehr strom-



abwärts davon lokalisiert ist. Mit anderen Worten ist dieser Netto-Verkehrszufluß zur effektiven Engstelle der gesamte Verkehrsfluß aller Fahrzeuge, welche die zugehörige Lokalisierungsstelle von allen möglichen Richtungen kommend durchfahren müssen. Nun ist der Verkehrsfluß am Querschnitt einer jeden effektiven Engstelle in der Zustandsphase synchronisierter Verkehr auf einen gewissen maximalen Verkehrsfluß  $Q_{smax}$  begrenzt, der mit steigendem LKW-Anteil im Verkehrsfluß sinkt. Wenn daher während eines Zeitraums  $\Delta t$  größer als ein gewisser erster Mindestzeitraum  $\Delta t_1$  der Netto-Verkehrszufluß  $Q_n$  im Mittel um mehr als ein gewisser erster Überschuwert  $\Delta Q_1$  über dem maximalen Verkehrsfluß  $Q_{smax}$  der Zustandsphase synchronisierten Verkehrs liegt, müssen die "überschüssigen" Fahrzeuge, deren Anzahl sich als entsprechendes Zeitintegral über die Flußdifferenz ergibt, stromaufwärts von der Lokalisierungsstelle der effektiven Engstelle "gespeichert" werden.

Dies ist der Grund, warum in der Zustandsphase synchronisierten Verkehrs ein Bereich gestauchten synchronisierten Verkehrs entstehen kann, in welchem diese überschüssigen Fahrzeuge in den typischen temporären "schmalen" Staus gespeichert sind. Das angegebene Kriterium  $Q_n - Q_{smax} \geq \Delta Q_1$  für ein Zeitintervall  $\Delta t \geq \Delta t_1$  ist somit als Kriterium für die Entstehung der reduzierten Musterform gemäß Fig. 2 verwendbar und dann am genauesten, wenn der Nettozufluß  $Q_n$  freiem Verkehr stromaufwärts der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,s}$  synchronisierten Verkehrs gemäß Fig. 1 für jede Zu- und Abflußrichtung entspricht.

Wenn im Mittel die Differenz  $Q_n - Q_{smax}$  während eines Zeitraums  $\Delta t$  größer gleich einem zweiten Mindestzeitraum  $\Delta t_2$  über einem zweiten Überschuwert  $\Delta Q_2$  liegt, wobei der zweite Überschuwert  $\Delta Q_2$  größer als der erste Überschuwert  $\Delta Q_1$  und/oder das zweite Mindestzeitintervall  $\Delta t_2$  größer als das erste Mindestzeitintervall  $\Delta t_1$  ist, müssen noch mehr überschüssige Fahrzeuge stromaufwärts der Lokalisierungsstelle der effektiven Engstelle gespeichert werden, weshalb stromaufwärts des Bereichs gestauchten synchronisierten Verkehrs der Bereich sich bewegender breiter

Staus entsteht. In diesem Fall sind die überschüssigen Fahrzeuge nicht nur in temporären schmalen, sondern auch in bleibenden breiten Staus gespeichert. Dieses Kriterium läßt sich daher zur Erkennung einer Entstehung des vollen Musters gemäß Fig. 3 verwenden und ist dann am exaktesten, wenn der gesamte Nettozufluß  $Q_n$  freiem Verkehr stromaufwärts der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,GS}$  des Bereichs gestauchten synchronisierten Verkehrs gemäß Fig. 2 wiederum für jede Zu- und Abflußrichtung entspricht.

Alternativ kann ein anderes Kriterium für die Entstehung des Bereiches sich bewegender breiter Staus stromaufwärts des Bereiches gestauchten synchronisierten Verkehrs formuliert werden. Dieses Kriterium basiert auf der Tatsache, daß an einer Zu- bzw. Abflußrichtung "j" der Bereich sich bewegender breiter Staus stromaufwärts des Bereiches gestauchten synchronisierten Verkehrs entsteht, wenn der gesamte zugehörige Nettozufluß  $Q_{n,j}$  dieser Richtung "j" im freien Verkehr stromaufwärts der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs gemäß Fig. 2 groß genug im Vergleich zum mittleren gesamten Fluß  $Q_{nout,j}$  in dieser Richtung "j" stromabwärts von schmalen Staus des Bereiches gestauchten synchronisierten Verkehrs ist. Dieses alternative Kriterium schließt folglich auf die Entstehung des Bereiches sich bewegender breiter Staus stromaufwärts des Bereiches gestauchten synchronisierten Verkehrs, wenn im Mittel die Differenz  $Q_{n,j} - Q_{nout,j}$  für einen Zeitraum  $\Delta t$  von mindestens einer zugehörigen dritten Mindestdauer  $\Delta t_3$  größer gleich einem zugehörigen dritten Überschuwert  $\Delta Q_3$  ist. Dabei sind für die drei beschriebenen Fälle die drei Mindestdauern  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$  ebenso wie die drei Überschuwerte  $\Delta Q_1$ ,  $\Delta Q_2$ ,  $\Delta Q_3$  für die jeweilige effektive Engstelle bzw. für die jeweilige Gruppe effektiver Engstellen, die für ein übergreifendes Muster verantwortlich sind, vorgegebene Größen, während der maximale Verkehrsfluß  $Q_{smax}$  im synchronisierten Verkehr und der mittlere gesamte Fluß  $Q_{nout,j}$  stromabwärts von schmalen Staus einer Richtung "j" Größen sind, deren Werte für jede effektive Engstelle aus experimentellen Verkehrsdaten zu bestimmen sind.

Ein übergreifendes Muster, das mit seinem zeitlichen und örtlichen Verlauf gespeichert und durch Abruf für eine Verkehrsprognose benutzt werden kann, kann nicht nur durch Überlappungen von Bereichen sich bewegender breiter Staus mit Bereichen synchronisierten Verkehrs und/oder gestauchten synchronisierten Verkehrs und mit der Bewegung der Staus entstehen, sondern mindestens durch die beiden folgenden Prozesse realisiert werden.

In einem ersten Fall erreicht zuerst das stromaufwärtige Ende eines Musters dichten Verkehrs im Laufe der Zeit die Stelle der nächsten stromaufwärtsliegenden effektiven Engstelle, wonach später das stromaufwärtige Ende des von der letzteren effektiven Engstelle als stromaufwärtiger Teil des sich weiter ausdehnenden übergreifenden Musters gebildeten Teilmusters dichten Verkehrs eine nächste stromaufwärts liegende Engstelle erreicht usw. Dieser Vorgang kann stundenlang andauern und prognostiziert werden, da die Entwicklung jedes einzelnen Musters an jeder effektiven Engstelle als Teil des übergreifenden Musters prognostizierbar ist. Der entsprechende Verlauf dieses Prozesses der Entstehung und der weiteren zeitlichen und örtlichen Entwicklung des übergreifenden Musters wird gespeichert und steht abrufbar für eine Verkehrsprognose im Verkehrsnetz zur Verfügung.

Als zweiter Fall kann es sein, daß der zuvor beschriebene Prozeß der Entstehung eines übergreifenden Musters dadurch unterbrochen wird, daß das Verkehrsaufkommen in der Umgebung der nächsten stromaufwärtigen effektiven Engstelle für eine dortige Entstehung eines Musters dichten Verkehrs zu niedrig ist. Einige sich bewegende Staus können jedoch trotzdem an einer weiter stromaufwärts liegenden effektiven Engstelle noch einmal ein dieser Engstelle entsprechendes Muster dichten Verkehrs auslösen. Die Staus können, da sie stromaufwärts propagieren, in relativ großer Entfernung von z.B. mehreren Kilometern stromaufwärts desjenigen Musters dichten Verkehrs bzw. der zugehörigen effektiven Engstelle liegen, wo sie im zugehörigen Bereich sich bewegender breiter Staus ursprünglich entstanden sind. Sie können sich daher unabhängig von der zeitlichen und örtlichen Entwicklung des

übrigen Musters dichten Verkehrs bewegen und folglich unabhängig davon, ob das zugehörige Muster dichten Verkehrs im übrigen noch existiert oder nicht, neue "volle" bzw. "reduzierte" oder auch "übergreifende" Muster an verschiedenen stromaufwärtigen Engstellen auslösen. Alle diese Vorgänge können für eine Prognose der Entstehung eines oder mehrerer einzelner Muster dichten Verkehrs und/oder eines oder mehrerer übergreifender Muster dichten Verkehrs abrufbar abgespeichert werden.

Es sei angemerkt, daß die oben beschriebenen Musterbildungsprozesse nicht lediglich eindimensional zu verstehen sind, sondern auch zweidimensionale Musterbildungsprozesse auf dem zweidimensionalen Verkehrsnetz umfassen, indem sich beispielsweise ein oder mehrere Muster dichten Verkehrs stromaufwärts über entsprechende Zufahrten verzweigen, d.h. sich stromaufwärts auf mehrere Streckenabschnitte des Verkehrsnetzes ausdehnen, so daß sich letztlich ein zweidimensionales, verzweigtes Muster dichten Verkehrs ausbilden kann.

In den Fig. 4 und 5 sind zwei Anwendungsbeispiele für das vorliegende Verfahren kombiniert mit dem in der erwähnten parallelen deutschen Patentanmeldung beschriebenen Verfahren dargestellt. Im Fall von Fig. 4 handelt es sich um die Klassifikation des aktuellen und zukünftigen Verkehrszustands an einer Meßstelle M der Richtungsfahrbahn 1, z.B. einer Autobahn oder Schnellstraße. An der Meßstelle M werden laufend, d.h. zeitabhängig, die Verkehrsstärke  $q(t)$  und die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit  $v(t)$  gemessen und einer Verkehrszentrale zur Auswertung durch ein Fuzzy-Logik-System zugeführt. Dieses beinhaltet eine Einheit 3 zur Fuzzifizierung der Eingangsgrößen, ein Fuzzy-Inferenzsystem 4 zur Ableitung unscharfer Ergebniswerte durch die Anwendung von vorgebbaren Fuzzy-Regeln auf die fuzzifizierten Eingangsgrößen und eine Einheit 5 zur Defuzzifizierung der unscharfen Ergebniswerte, d.h. zur Bildung eines scharfen Ergebniswertes. Als Ergebnis wird für den aktuellen Verkehrszustand der betrachteten Meßstelle M genau einer der Werte "freier Verkehr", "synchronisierter Verkehr", "gestauchter Bereich im synchroni-

sierten Verkehr" oder "Stau" ausgegeben, siehe Block 6 in Fig. 4. Bei Verwendung prognostizierter statt aktueller Werte der Verkehrsstärke  $q(t)$  und der mittleren Geschwindigkeit  $v(t)$  gibt das Fuzzy-Logik-System als Ergebnis den für diesen zukünftigen Zeitpunkt prognostizierten Verkehrszustand an der Meßstelle M aus, siehe Block 7 von Fig. 4. Insoweit ist die Vorgehensweise in der erwähnten parallelen deutschen Patentanmeldung beschrieben, worauf verwiesen werden kann.

Das vorliegende Verfahren baut darauf auf und sieht zusätzlich eine weitergehende Verkehrsprognose vor, die auf den gemäß Block 7 von Fig. 4 erhaltenen Prognoseinformationen basiert. Speziell wird hierbei für Streckenabschnitte stromaufwärts von effektiven Engstellen des Verkehrsnetzes der Verkehrszustand in der oben erläuterten Weise hinsichtlich des typischen Musters dichten Verkehrs klassifiziert und das am besten passende Muster aus den abgespeicherten Mustervarianten und zugehörigen Profilen ausgewählt, wenn die Meßstelle M eine effektive Engstelle bildet und sich stromaufwärts davon aufgrund eines entsprechend hohen Verkehrsaufkommens dichter Verkehr bildet, wie durch einen Block 8 veranschaulicht.

Fig. 5 zeigt ein weitgehend zu demjenigen der Fig. 4 analoges Verfahrensbeispiel, das zusätzlich die Erkennung der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,s}$  eines jeweiligen Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs auch für Positionen  $x_{F,s}$  zwischen zwei Meßstellen A, B ermöglicht, einschließlich einer Prognose dieser Flankenposition  $x_{F,s}$  auch in solchen Zwischenbereichen, siehe Block 9 von Fig. 5. Insoweit kann wiederum auf die Beschreibung dieser Funktionalität in der erwähnten, parallelen deutschen Patentanmeldung verwiesen werden. Das vorliegende Verfahrensbeispiel setzt darauf auf und leistet nun anhand der gemäß Block 9 erhaltenen Prognosedaten über die Ausdehnung und Lage eines jeweiligen Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs eine weitergehende Verkehrsprognose des sich dort und im Bereich stromaufwärts davon bildenden dichten Verkehrs gemäß der oben erläuterten Erkennung und zeitlichen Verfolgung des zugehörigen typischen Musters dichten Verkehrs,

wenn der dichte Verkehr auf eine effektive Engstelle zurückzuführen ist, an deren Umgebung eine stromabwärtige Flanke des Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs fixiert bleibt. Wie in Block 10 von Fig. 5 angegeben, wird zu diesem Zweck anhand der prognostizierten Verkehrsdaten für diesen Streckenabschnitt die am besten dazu passende aus den abgespeicherten Mustervarianten dichten Verkehrs ausgewählt, die dann für weitere Auswertezwecke und insbesondere Prognosezwecke herangezogen wird.

Es versteht sich, daß sich die vorstehend anhand der Fig. 4 und 5 beschriebene Vorgehensweise nicht nur zur Ermittlung von aktuellen und Prognose von zukünftigen Einzelmustern dichten Verkehrs, in die nur jeweils eine effektive Engstelle involviert ist, sondern auch von aktuellen bzw. zukünftigen "übergreifenden" Mustern dichten Verkehrs, in die jeweils mehrere effektive Engstellen involviert sind, wie oben erläutert, verwenden läßt. In diesem Fall wird das Verfahren parallel für die mehreren involvierten effektiven Engstellen eines jeweiligen übergreifenden Musters angewandt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Verkehrszustands in einem Verkehrsnetz mit einer oder mehreren effektiven Engstellen, insbesondere in einem Straßenverkehrsnetz, bei dem

- der Verkehrszustand unter Berücksichtigung von aufgenommenen Verkehrsmeßdaten eines oder mehrerer Verkehrsparameter, die wenigstens Informationen über die Verkehrsstärke und/oder die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit umfassen, in jeweils eine von mehreren Zustandsphasen klassifiziert wird, die mindestens die Zustandsphasen "freier Verkehr" und "synchronisierter Verkehr" umfassen,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß

- der Verkehrszustand stromaufwärts von einer jeweiligen effektiven Engstelle des Verkehrsnetzes, wenn eine bei dieser fixierte Flanke ( $F_{s,F}$ ) zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr ( $B_F$ ) und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr ( $B_s$ ) erkannt wird, als ein für die jeweilige effektive Engstelle repräsentatives Muster dichten Verkehrs klassifiziert wird, das einen oder mehrere verschiedene, stromaufwärts aufeinanderfolgende Bereiche ( $B_s$ ,  $B_{GS}$ ,  $B_{St}$ ) unterschiedlicher Zustandsphasenzusammensetzung und ein zugehöriges Profil der für die Zustandsphasenermittlung berücksichtigten Verkehrsparameter beinhaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß

der Verkehrszustand, wenn ein sich zunächst an einer zugehörigen, effektiven Engstelle entstandenes einzelnes Muster dichten Verkehrs eine oder mehrere stromaufwärts folgende effektive Engstellen erreicht, in diesem Streckenabschnitt als ein für die einbezogenen effektiven Engstellen repräsentatives übergreifendes Muster dichten Verkehrs klassifiziert wird, das wie ein je-

weiliges einzelnes Muster einen oder mehrere verschiedene, stromaufwärts aufeinanderfolgende Bereiche unterschiedlicher Zustandsphasenzusammensetzung und ein zugehöriges Profil der für die Zustandsphasenermittlung berücksichtigten Verkehrsparameter beinhaltet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das jeweilige, zu einer oder als übergreifendes Muster gemeinsam zu mehreren effektiven Engstellen gehörige Muster dichten Verkehrs mit seinem zeit- und ortsabhängigen Verkehrsparameterprofil aus aufgenommenen Verkehrsmeßdaten empirisch bestimmt und abrufbar gespeichert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß  
für die jeweilige Engstelle in Abhängigkeit vom Fahrzeugzufluß festgestellt wird, ob das Muster nur aus einem Bereich ( $B_s$ ) synchronisierten Verkehrs oder aus diesem und einem stromaufwärts anschließenden Bereich ( $B_{gs}$ ) gestauchten synchronisierten Verkehrs oder aus diesen beiden Bereichen und einem stromaufwärts anschließenden Bereich ( $B_{st}$ ) sich bewogender breiter Staus besteht, die zugehörigen Flankenpositionen zwischen den jeweiligen verschiedenen Zustandsphasen ermittelt wird und jeder der drei Mustervarianten ein entsprechendes zeit- und ortsabhängiges Profil der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder des Verkehrsflusses und/oder der Verkehrsdichte zugeordnet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß  
für das Verkehrsnetz in Abhängigkeit der Fahrzeugflüsse festgestellt wird, wo und in welcher zeitlichen Folge übergreifende Muster entstehen, in welcher zeitlichen und örtlichen Folge die Bereiche "synchronisierter Verkehr", "gestauchter synchronisierter Verkehr" und "sich bewogende breite Staus" in jedem der übergreifenden Muster entstehen und sich entwickeln und ob Überlappungen solcher Bereiche stattfinden, und für eine jeweilige



Überlappung der zeitliche und örtliche Verlauf von Staus durch Bereiche synchronisierten Verkehrs und/oder gestauchten synchronisierten Verkehrs hindurch prognostiziert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Flankenpositionen ( $F_{F,s}$ ,  $F_{GS,s}$ ,  $F_{F,GS}$ ,  $F_{St,GS}$ ) der verschiedenen Bereiche des jeweiligen Musters dichten Verkehrs und/oder die Flankenpositionen von Staus innerhalb verschiedener übergreifender Muster und/oder das Auftreten eines jeweils neuen übergreifenden Musters in der zeitlichen Entwicklung aktuell geschätzt und für zukünftige Zeitpunkte prognostiziert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß  
für das jeweilige einzelne oder übergreifende Muster dichten Verkehrs zusätzlich die zugehörige, zu erwartende Reisezeit aktuell geschätzt und/oder für zukünftige Zeitpunkte prognostiziert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß  
für das jeweilige einzelne oder übergreifende Muster dichten Verkehrs der aktuelle Fahrzeugzufluß erfaßt und die aktuellen Positionen der Flanken zwischen den verschiedenen Musterbereichen bestimmt und anhand dieser aktuellen Eingangsdaten das bestpassende Musterprofil aus den abgespeicherten Musterprofilen ausgewählt und einer Prognose des zukünftigen Verkehrszustands im betreffenden Streckenbereich zugrundegelegt wird.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/5

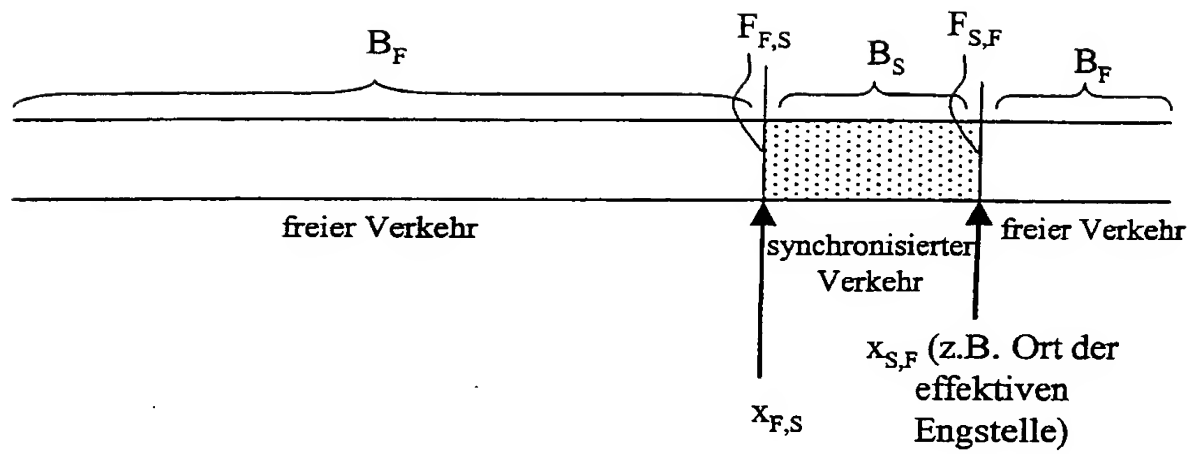


Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

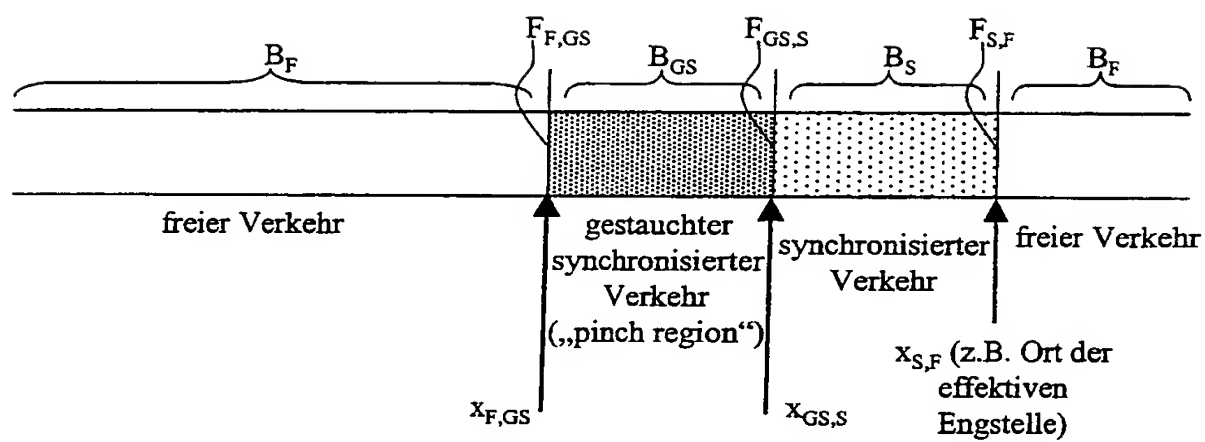


Fig. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

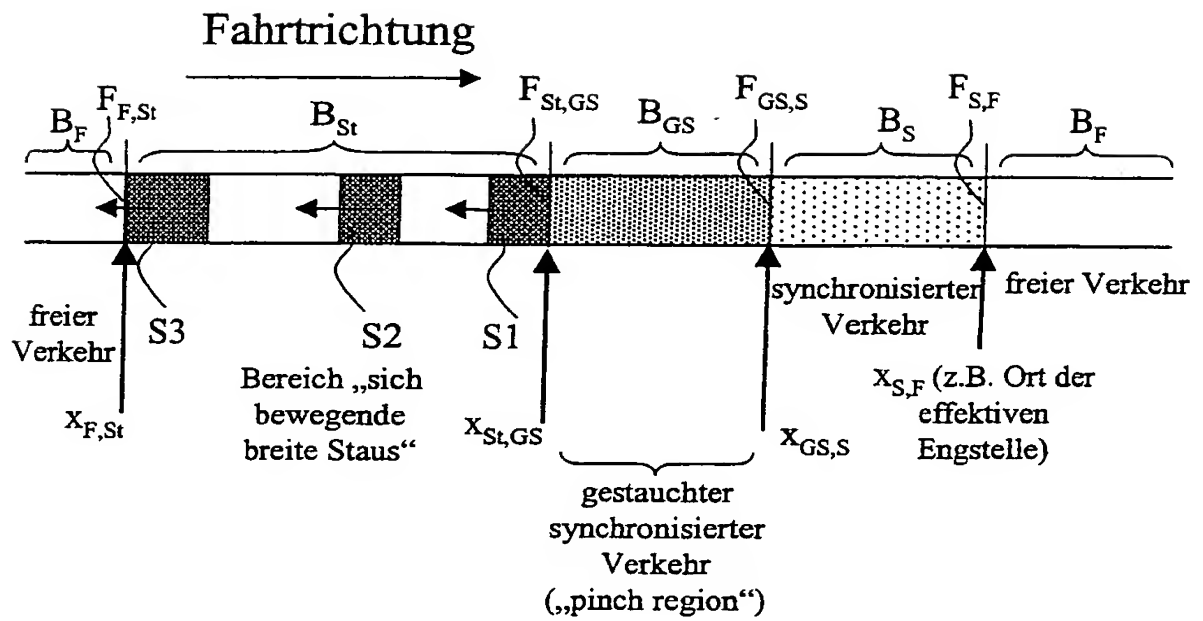


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



4/5

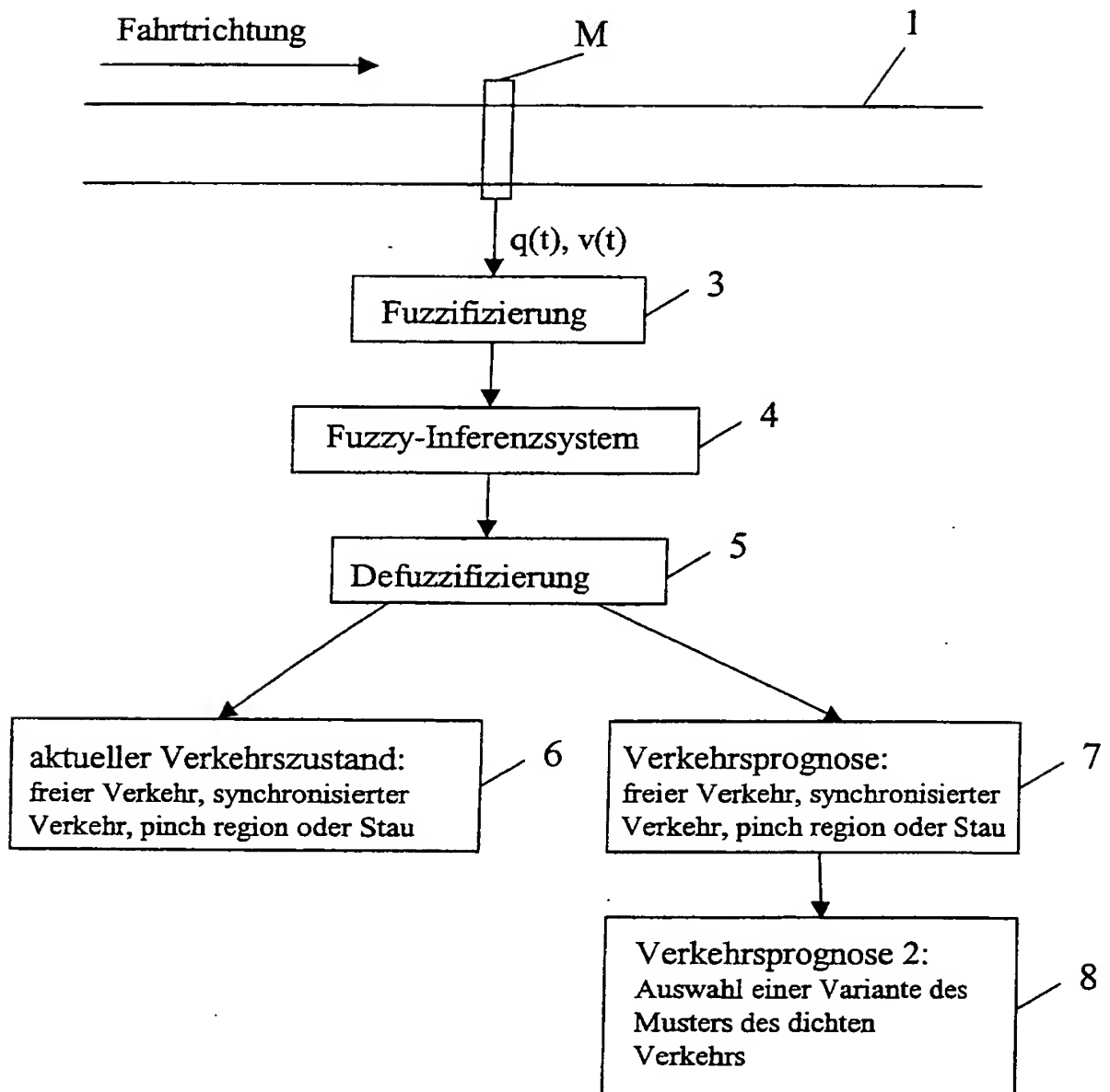


Fig. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/5

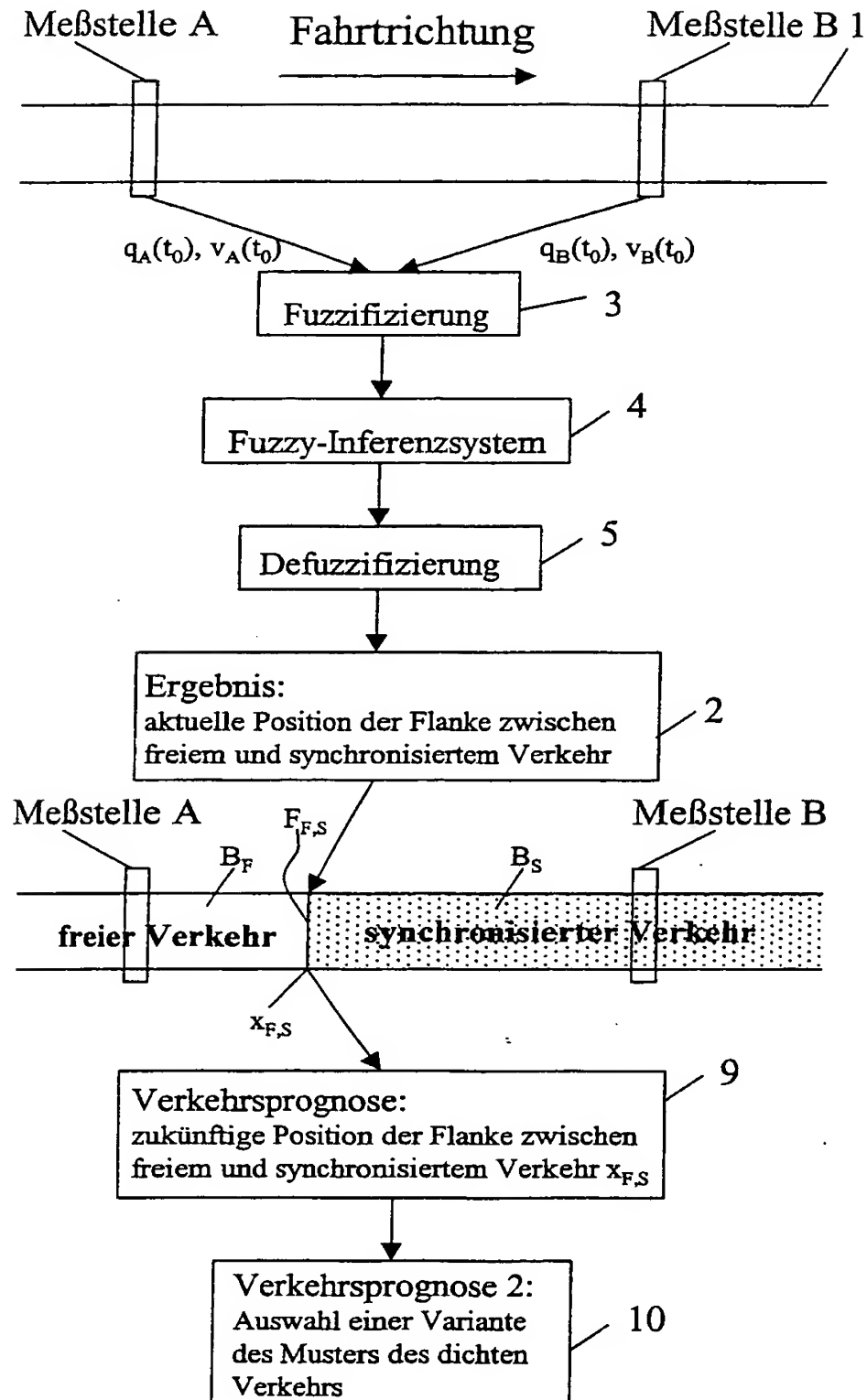


Fig. 5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PATENT COOPERATION TREATY

<b>FTP</b>			
Eing.:			
<b>02. April 2001 PCT</b>			
UT.:			
z. Erledigt	ETP/E	ETP/D	ETP/S
Frist			

## NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:  
WEISS, Klaus  
DaimlerChrysler AG  
Intellectual Property Management  
FTP-C106  
D-70546 Stuttgart  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 22 March 2001 (22.03.01)		
Applicant's or agent's file reference P032734/WO/1		<b>IMPORTANT NOTICE</b>
International application No. PCT/EP00/08329	International filing date (day/month/year) 26 August 2000 (26.08.00)	Priority date (day/month/year) 14 September 1999 (14.09.99)
Applicant DAIMLERCHRYSLER AG et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP,JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 22 March 2001 (22.03.01) under No. WO 01/20574

### REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

### REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

*Per elektronisch*

An:											
Weiss, Klaus DAIMLERCHRYSLER AG Intellectual Property Management FTP - C106 D-70546 Stuttgart ALLEMAGNE											
<div style="text-align: center;"><b>FTP</b></div> <div style="text-align: center;"><b>03. Dez. 2001</b></div> <div style="text-align: center;">UT.,</div> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 25%;">z. Erledigung</td><td style="width: 25%;">FTP/E</td><td style="width: 25%;">FTP/P</td><td style="width: 25%;">FTP/S</td></tr><tr><td>Frist</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				z. Erledigung	FTP/E	FTP/P	FTP/S	Frist			
z. Erledigung	FTP/E	FTP/P	FTP/S								
Frist											
Absendedatum (Tag/Monat/Jahr) 30.11.2001											

## PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P032734/WO/1		<b>WICHTIGE MITTEILUNG</b>
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08329	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26/08/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 14/09/1999
Anmelder DAIMLERCHRYSLER AG et al.		


1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

#### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Röhner, M Tel. +49 89 2399-2294
---	---



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P032734/WO/1	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08329	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26/08/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 14/09/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G08G1/01		
Anmelder DAIMLERCHRYSLER AG et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 6 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  02/02/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  30.11.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Massalski, M  Tel. Nr. +49 89 2399 2406  



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-3,5-9,11,13-23,      ursprüngliche Fassung  
26

4,4a,10,12,24,      eingegangen am      18/09/2001    mit Schreiben vom      16/08/2001  
25

**Patentansprüche, Nr.:**

1-8      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/5-5/5      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
siehe Beiblatt

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**1. Allgemeines**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: EP-A-0 884 708 (MANNESMANN AG) 16. Dezember 1998 (1998-12-16)
- D2: US-A-4 750 129 (HENGSTMENGEL JOHANNES ET AL) 7. Juni 1988 (1988-06-07)
- D3: DE 197 53 034 A (DDG GES FUER VERKEHRSDATEN MBH) 17. Juni 1999 (1999-06-17)
- D4: US-A-5 684 475 (KRAUSE BERNHARD ET AL) 4. November 1997 (1997-11-04)
- D5: RITTICH D ET AL: 'PERSPEKTIVEN DER VERKEHRSLITTECHNIK' NACHRICHTENTECHNISCHE BERICHTE, DE, ANT NACHRICHTENTECHNIK GMB. BACKNANG, Nr. 9, 1. April 1992 (1992-04-01), Seiten 111-119, XP000331875
- D6: IOKIBE T ET AL: 'TRAFFIC PREDICTION METHOD BY FUZZY LOGIC' PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUZZY SYSTEMS,US,NEW YORK, IEEE, Bd. CONF. 2, 28. März 1993 (1993-03-28), Seiten 673-678, XP000371490 ISBN: 0-7803-0614-7
- D7: US-A-5 861 820 (KIRSCHFINK HERIBERT ET AL) 19. Januar 1999 (1999-01-19) in der Anmeldung erwähnt
- D8: KERNER B S ET AL: 'EXPERIMENTAL PROPERTIES OF COMPLEXITY IN TRAFFIC FLOW' PHYSICAL REVIEW E. STATISTICAL PHYSICS, PLASMAS, FLUIDS, AND RELATED INTERDISCIPLINARY TOPICS, US, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, NY, Bd. 53, 1996, Seiten 4275-4278, XP000882460 ISSN: 1063-651X in der Anmeldung erwähnt

Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik angesehen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**2. Neuheit und erfinderische Tätigkeit des unabhängigen Anspruchs 1**

2.1 Das Dokument D1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verkehrszustandsprognose mit den folgenden Merkmalen, wobei diese hier in den Worten von Anspruch 1 und mit Verweisen auf D1 in Klammern beschrieben werden:

"Verfahren zur Überwachung des Verkehrszustands in einem Verkehrsnetz mit einer oder mehreren effektiven Engstellen, insbesondere in einem Straßenverkehrsnetz (Zusammenfassung), bei dem

- der Verkehrszustand unter Berücksichtigung von aufgenommenen Verkehrsmeßdaten eines oder mehrerer Verkehrsparameter, die wenigstens Informationen über die Verkehrsstärke und/oder die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit umfassen (Seite 2, Zeile 21-25),  
in jeweils eine von mehreren Zustandsphasen klassifiziert wird, die mindestens die Zustandsphasen "freier Verkehr" und "synchronisierter Verkehr" umfassen (Seite 2, Zeile 26-30, "frei" sowie "dicht"),

Der synchronisierte Verkehr, wie er im zweiten Absatz auf Seite 2 der Anmeldung und auch in D8 beschrieben wird (hohe Verkehrsstärke, ähnliche Durchschnittsgeschwindigkeit auf allen Fahrspuren, kaum noch Möglichkeiten zum Überholen), entspricht dem was ansonsten als "dichter Verkehr" bekannt ist.

In D1 werden zwar explizit nur zwei oder fünf Stufen beschrieben, jedoch sind gemäß Seite 4, Zeile 21 auch andere Quantifizierungen möglich. In Anspruch 1 sind ebenfalls nur zwei Quantifizierungen (freier und synchronisierter Verkehr) explizit angegeben.

Vom Kennzeichen des Anspruch 1 werden die folgenden Merkmale nicht in D1 offenbart:

- es wird in D1 keine fixierte, d.h. örtlich nicht bewegliche, Flanke zwischen freiem und synchronisiertem Verkehr erkannt
- es werden in D1 keine für die jeweilige (fixierte) Engstelle repräsentative Muster dichten Verkehrs klassifiziert, die einen oder mehrere verschiedene,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

stromaufwärts aufeinanderfolgende Bereiche unterschiedlicher Zustandsphasenzusammensetzung sowie ein zugehöriges Profil der für die Zustandsphasenermittlung berücksichtigten Verkehrsparameter beinhalten.

Daher scheint der Gegenstand von Anspruch 1 neu zu sein (Artikel 33 (2) PCT).

- 2.2 Die Technische Aufgabe, die mit dieser Anmeldung gelöst werden soll, kann daher wie folgt gesehen werden:

"Wie kann man den verschiedene Phasen des Verkehrs voneinander unterscheiden und einteilen?"

Die Dokumente D2 bis D8 scheinen keine Lösung für diese Technische Aufgabe zu geben und eine Lösung scheint auch für den Fachmann nicht offensichtlich.

Daher scheint der Gegenstand von Anspruch 1 auch die Anforderungen des PCT in bezug auf erfinderische Tätigkeit zu erfüllen (Artikel 33 (3) PCT).

3. Neuheit und erfinderische Tätigkeit der abhängigen Ansprüche 2 bis 8

Die Ansprüche 2 bis 8 sind von Anspruch 1 abhängig und scheinen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit zu erfüllen (Artikel 33(2) PCT und Artikel 33(3) PCT).

4. Gewerbliche Anwendbarkeit der Ansprüche 1 bis 8

Der Gegenstand der Ansprüche 1 bis 8 scheint die Anforderungen des Artikels 33(4) PCT bezüglich gewerblicher Anwendbarkeit zu erfüllen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Zu Punkt VII**

**Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

1. Die Formulierung "deren Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen wird" (und nur diese Formulierung, nicht jedoch die jeweils dazugehörige Nummer der Anmeldung oder Offenlegungsschrift) sollte auf Seite 3 (zweiter und dritter Absatz) und auf Seite 4 (erster Absatz) entfernt werden.

Die PCT Guidelines (Section IV, Absatz II-4.17, letzter Satz) schreiben, daß die Beschreibung ohne Bezug zu anderen Dokumenten verständlich sein muß.

Wenn die Anmeldung an sich selbstkonsistent ist, d.h. ohne die Kenntnis der übrigen Dokumente verstanden werden kann, reicht es, diese Dokumente zu zitieren ohne sie (formell) in der Anmeldung aufzunehmen.

Sollte die Anmeldung jedoch nicht selbstkonsistent sein, hätten diese Teile der Dokumente - unter Berücksichtigung von Artikel 34 (2)(b) - in die Beschreibung eingefügt werden müssen. Ein einfacher Verweis auf sie hätte nicht ausgereicht.

2. Auch auf Seite 12 (erster Absatz) hätte die Formulierung "parallele deutsche Patentanmeldung" ebenfalls durch "DE 199 44 077 A1" ersetzt werden sollen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DaimlerChrysler AG  
Stuttgart

FTP/E Dr.EW/fk  
P032734/WO/1

**A.Z.: PCT/EP00/08329**

**ANM.: DaimlerChrysler AG**

**( Neue Beschreibungsseiten 4, 4a, 10, 12, 24 und 25 )**

---

4

In der nachveröffentlichten Offenlegungsschrift DE 199 44 077 A1, deren Inhalt hierin durch Verweis aufgenommen wird, wird ein Verkehrszustandsüberwachungsverfahren beschrieben, bei dem der aktuelle Verkehrszustand hinsichtlich unterschiedlicher Zustandsphasen und besonders hinsichtlich synchronisiertem Verkehr und gestautem synchronisiertem Verkehr sowie dem Phasenübergang zwischen Zuständen synchronisierten Verkehrs einerseits und freien Verkehrs andererseits überwacht und bei Bedarf auf dieser Basis der zukünftige Verkehrszustand prognostiziert wird. Insbesondere lassen sich die Flanken von Bereichen synchronisierten Verkehrs mit diesem Verfahren relativ genau für aktuelle Zeitpunkte schätzen bzw. für zukünftige Zeitpunkte prognostizieren, zu denen sich diese nicht an einer Meßstelle, sondern irgendwo zwischen zwei Meßstellen befinden. Bevorzugt findet dabei eine geeignet ausgelegte Fuzzy-Logik Verwendung.

Aus der Offenlegungsschrift EP 0 884 708 A2 ist ein Verfahren zur Prognose des Verkehrszustandes in einem Verkehrsnetz mit Knoten und zwischen diesen verlaufenden Kanten bekannt, bei dem den aktuellen Verkehr betreffende Detektionsdaten erfasst und an eine Zentrale übermittelt werden, die daraus eine Beschreibung des aktuellen Verkehrszustandes auf dem Verkehrsnetz in Form von jeweils den Zustand in einer Kante oder einem Kantenabschnitt repräsentierenden Verkehrsphasen vornimmt und den Verkehrszustand durch Berechnung zumindest der Bewegungen und zukünftigen Positionen der Verkehrsphasen prognostiziert. Die Phasenbeschreibung erfolgt binär in Form der Phasen „frei“ und „gestaut“ oder in fünf Stufen in Form der Phasen „frei“, „lebhaft“,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



„dicht“, „zäh“ und „gestaut“ oder unter Verwendung einer anderen Anzahl unterschiedlicher Phasen. Zur Prognose werden Phasengrenzgeschwindigkeiten verwendet, die z.B. durch lineare Regression anhand von aktuellen und früheren Detektionsdaten oder als Quotient aus der Differenz des Zu- und Abflusses an der Phasengrenze und der Differenz der Fahrzeugdichte vor und hinter der Phasengrenze berechnet werden.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens der eingangs genannten Art zugrunde, mit denen der aktuelle Verkehrszustand speziell auch im Bereich stromaufwärts von effektiven Engstellen vergleichsweise zuverlässig überwacht werden kann und auf dieser Basis bei Bedarf auch eine vergleichsweise zuverlässige Prognose des zukünftigen Verkehrszustands möglich ist.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dieses Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß der Verkehrszustand stromaufwärts einer jeweiligen effektiven Engstelle des Verkehrsnetzes als ein Muster dichten Verkehrs klassifiziert wird, wenn eine an der betreffenden effektiven Engstelle fixierte Flanke zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr erkannt wird, d.h. wenn sich stromaufwärts der Engstelle dichter Verkehr bildet. Die Musterklassifikation des Verkehrszustands beinhaltet eine Einteilung des Verkehrs stromaufwärts der Engstelle in einen oder mehrere, stromaufwärts aufeinanderfolgende Bereiche unterschiedlicher Zu-

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

stands ebenso wie eine Prognose des zukünftig zu erwartenden Verkehrszustands in diesem Streckenbereich möglich ist.

Fig. 1 zeigt den Beispielfall, daß sich an einer Streckenposition  $x_{s,f}$  eine effektive Engstelle befindet und sich durch entsprechend hohes Verkehrsaufkommen eine an dieser fixierte Flanke  $F_{s,f}$  zwischen einem stromabwärtigen Bereich  $B_f$  freien Verkehrs und einem stromaufwärtigen Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs gebildet hat. Die Bildung einer solchen Flanke  $F_{s,f}$  läßt sich beispielsweise mit dem in der oben genannten deutschen Patentanmeldung Nr. 198 35 979.9 beschriebenen Verfahren erkennen. Dabei kann es sich um eine räumlich fixierte Engstelle, wie z.B. eine dauerhafte Fahrspurverringerng an dieser Stelle, aber auch um eine bewegliche Engstelle handeln, wie sie z.B. von einer "Wanderbaustelle" oder sehr langsam fahrenden Straßenbaustellenfahrzeugen gebildet werden.

Bei Erkennung einer solchen fixierten Flanke  $F_{s,f}$  zwischen stromabwärtigem freiem Verkehr  $B_f$  und stromaufwärtigem synchronisiertem Verkehr  $B_s$  erfolgt dann verfahrensgemäß eine Klassifizierung des Verkehrszustands stromaufwärts der effektiven Engstelle in ein Muster dichten Verkehrs. Dies nutzt die experimentell beobachtete Tatsache aus, daß sich bei erhöhtem Verkehrsaufkommen stromaufwärts von solchen effektiven Engstellen ganz typische Musterprofile dichten Verkehrs ausbilden, d.h. sich der Verkehrszustand dort in gewisse typische Varianten eines Musters dichten Verkehrs klassifizieren läßt.

Eine Behandlung des Verkehrszustands in diesem Bereich als Muster dichten Verkehrs ermöglicht dann eine vergleichsweise zuverlässige Prognose des zukünftigen Verkehrszustands und der zum Durchfahren dieses Bereichs erforderlichen Reisezeit mit relativ geringem Rechenaufwand und relativ wenigen Meßdateninformationen. Dazu wird der jeweiligen effektiven Engstelle, insbesondere zu allen Stellen mit Zufahrten, ein bestimmtes Muster des dichten Verkehrs stromaufwärts derselben auf der Basis von Messungen des Verkehrs, d.h. Messungen von für den Verkehrszustand reprä-

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

schmale Staus, die aber nicht einzeln verfolgt werden. Zur Einteilung des Verkehrszustands in die Zustandsphasen "freier Verkehr", "synchronisierter Verkehr" mit oder ohne Bereiche "gestauchter synchronisierter Verkehr" sowie "Stau" siehe auch die oben genannte DE 199 44 077 A1, in der auch geeignete Maßnahmen zur zeitlichen Verfolgung der Position  $x_{GS,s}$  der stromabwärtigen Flanke  $F_{GS,s}$  und der Position  $x_{F,GS}$  der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,GS}$ , an die sich stromaufwärts wiederum ein Bereich  $B_F$  freien Verkehrs anschließt, angegeben sind.

Bei entsprechend hohem Verkehrsaufkommen und/oder entsprechender Streckeninfrastruktur kann sich als weitere Variante in einer vollen Ausprägung ein Muster dichten Verkehrs ausbilden, wie es in Fig. 3 veranschaulicht ist. Dieses umfaßt zusätzlich zu dem Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs und dem daran stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs einen daran stromaufwärts anschließenden Bereich  $B_{St}$  sich bewegender breiter Staus, an den sich dann erst wieder ein Bereich  $B_F$  freien Verkehrs stromaufwärts anschließt. Mit anderen Worten besteht das vorliegend klassifizierte Muster des dichten Verkehrs stromaufwärts einer effektiven Engstelle im allgemeinen aus den drei stromaufwärts aufeinanderfolgenden Bereichen synchronisierten Verkehrs  $B_s$ , gestauchten synchronisierten Verkehrs  $B_{GS}$  und sich bewegender breiter Staus  $B_{St}$ , von dem die Fig. 2 bzw. 1 reduzierte Formen zeigen, in denen der Bereich  $B_{St}$  "sich bewegende breite Staus" bzw. zusätzlich der Bereich  $B_{GS}$  "gestauchter synchronisierter Verkehr" fehlen, was z.B. insbesondere in der Entstehungsphase des vollen Musters von Fig. 3 der Fall ist. Anders gesagt, das volle Muster entsprechend Fig. 3 bildet sich stromaufwärts einer effektiven Engstelle typischerweise in der Reihenfolge der Fig. 1 bis 3 dadurch aus, daß zunächst an der effektiven Engstelle der Bereich  $B_s$  synchronisierten Verkehrs entsteht, aus dem sich dann stromaufwärts davon, wenn das Verkehrsaufkommen entsprechend hoch bleibt und/oder dies die Infrastruktur des entsprechenden Streckenabschnitts zuläßt, der Bereich  $B_{GS}$  gestauchten synchronisierten Verkehrs und eventuell auch der Bereich  $B_{St}$  sich bewegender breiter Staus herausbilden.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

übrigen Musters dichten Verkehrs bewegen und folglich unabhängig davon, ob das zugehörige Muster dichten Verkehrs im übrigen noch existiert oder nicht, neue "volle" bzw. "reduzierte" oder auch "übergreifende" Muster an verschiedenen stromaufwärtigen Engstellen auslösen. Alle diese Vorgänge können für eine Prognose der Entstehung eines oder mehrerer einzelner Muster dichten Verkehrs und/oder eines oder mehrerer übergreifender Muster dichten Verkehrs abrufbar abgespeichert werden.

Es sei angemerkt, daß die oben beschriebenen Musterbildungsprozesse nicht lediglich eindimensional zu verstehen sind, sondern auch zweidimensionale Musterbildungsprozesse auf dem zweidimensionalen Verkehrsnetz umfassen, indem sich beispielsweise ein oder mehrere Muster dichten Verkehrs stromaufwärts über entsprechende Zufahrten verzweigen, d.h. sich stromaufwärts auf mehrere Streckenabschnitte des Verkehrsnetzes ausdehnen, so daß sich letztlich ein zweidimensionales, verzweigtes Muster dichten Verkehrs ausbilden kann.

In den Fig. 4 und 5 sind zwei Anwendungsbeispiele für das vorliegende Verfahren kombiniert mit dem in der erwähnten DE 199 44 077 A1 beschriebenen Verfahren dargestellt. Im Fall von Fig. 4 handelt es sich um die Klassifikation des aktuellen und zukünftigen Verkehrszustands an einer Meßstelle M der Richtungsfahrbahn 1, z.B. einer Autobahn oder Schnellstraße. An der Meßstelle M werden laufend, d.h. zeitabhängig, die Verkehrsstärke  $q(t)$  und die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit  $v(t)$  gemessen und einer Verkehrszentrale zur Auswertung durch ein Fuzzy-Logik-System zugeführt. Dieses beinhaltet eine Einheit 3 zur Fuzzifizierung der Eingangsgrößen, ein Fuzzy-Inferenzsystem 4 zur Ableitung unscharfer Ergebniswerte durch die Anwendung von vorgebbaren Fuzzy-Regeln auf die fuzzifizierten Eingangsgrößen und eine Einheit 5 zur Defuzzifizierung der unscharfen Ergebniswerte, d.h. zur Bildung eines scharfen Ergebniswertes. Als Ergebnis wird für den aktuellen Verkehrszustand der betrachteten Meßstelle M genau einer der Werte "freier Verkehr", "synchronisierter Verkehr", "gestauchter Bereich im synchroni-

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



sierten Verkehr" oder "Stau" ausgegeben, siehe Block 6 in Fig. 4. Bei Verwendung prognostizierter statt aktueller Werte der Verkehrsstärke  $q(t)$  und der mittleren Geschwindigkeit  $v(t)$  gibt das Fuzzy-Logik-System als Ergebnis den für diesen zukünftigen Zeitpunkt prognostizierten Verkehrszustand an der Meßstelle M aus, siehe Block 7 von Fig. 4. Insoweit ist die Vorgehensweise in der erwähnten DE 199 44 077 A1 beschrieben, worauf verwiesen werden kann.

Das vorliegende Verfahren baut darauf auf und sieht zusätzlich eine weitergehende Verkehrsprognose vor, die auf den gemäß Block 7 von Fig. 4 erhaltenen Prognoseinformationen basiert. Speziell wird hierbei für Streckenabschnitte stromaufwärts von effektiven Engstellen des Verkehrsnetzes der Verkehrszustand in der oben erläuterten Weise hinsichtlich des typischen Musters dichten Verkehrs klassifiziert und das am besten passende Muster aus den abgespeicherten Mustervarianten und zugehörigen Profilen ausgewählt, wenn die Meßstelle M eine effektive Engstelle bildet und sich stromaufwärts davon aufgrund eines entsprechend hohen Verkehrsaufkommens dichter Verkehr bildet, wie durch einen Block 8 veranschaulicht.

Fig. 5 zeigt ein weitgehend zu demjenigen der Fig. 4 analoges Verfahrensbeispiel, das zusätzlich die Erkennung der stromaufwärtigen Flanke  $F_{F,s}$  eines jeweiligen Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs auch für Positionen  $x_{F,s}$  zwischen zwei Meßstellen A, B ermöglicht, einschließlich einer Prognose dieser Flankenposition  $x_{F,s}$  auch in solchen Zwischenbereichen, siehe Block 9 von Fig. 5. Insoweit kann wiederum auf die Beschreibung dieser Funktionalität in der erwähnten DE 199 44 077 A1 verwiesen werden. Das vorliegende Verfahrensbeispiel setzt darauf auf und leistet nun anhand der gemäß Block 9 erhaltenen Prognosedaten über die Ausdehnung und Lage eines jeweiligen Bereichs  $B_s$  synchronisierten Verkehrs eine weitergehende Verkehrsprognose des sich dort und im Bereich stromaufwärts davon bildenden dichten Verkehrs gemäß der oben erläuterten Erkennung und zeitlichen Verfolgung des zugehörigen typischen Musters dichten Verkehrs,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DaimlerChrysler AG  
Stuttgart

- 4 -

JC13 Rec'd PCT/PTO 14 MAR 2002  
Dr. EW/fk

P032734/WO/1

A.Z. : PCT/EP00/08329

Applicant: DaimlerChrysler AG

(New description pages 4, 4a, 10, 12, 24 and 25)

5 In Laid-Open Patent Application DE 199 44 077 A1,  
published after the priority date, whose content is  
incorporated herein by reference, there is a  
description of a traffic, state monitoring method in  
the case of which the current traffic state is  
10 monitored with regard to different state phases and, in  
particular, with regard to synchronized traffic and a  
pinch region as well as the phase transition between  
states of synchronized traffic, on the one hand, and  
free traffic, on the other hand, and the future traffic  
15 state is predicted on this basis, if required. In  
particular, this method can be used to estimate the  
edges of regions of synchronized traffic relatively  
accurately for current points in time or to predict for  
future points in time at which said edges are not or  
20 will not be located at a measuring point, but somewhere  
between two measuring points. A suitably designed fuzzy  
logic is preferably used in this case.

European Laid-Open Specification EP 0 884 708 A2  
25 discloses a method for predicting the traffic state in  
a traffic network having nodes and edges running  
therebetween, in the case of which detection data  
referring to the current traffic are acquired and  
transmitted to a control centre which uses them to  
30 undertake a description of the current traffic state on  
the traffic network in the form of traffic phases which  
respectively represent the state on an edge or an edge  
section, and predicts the traffic state by calculating  
at least the movements and future positions of the  
35 traffic phases. The phases are described in binary  
fashion in the form of the phases of "free" and

AMENDED SHEET

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

"congested" or in five stages in the form of the phases of "free", "busy", "dense", "sluggish" and "congested", or by using another number of different phases. For prediction, use is made of phase boundary speeds which, for example, are calculated by linear regression with the aid of current and earlier detection data, or as the quotient of the difference between the incoming and departing flow at the phase boundary and the difference between the vehicle density upstream and downstream of the phase boundary.

As a technical problem, the invention is based on the provision of a method of the type mentioned at the beginning with the aid of which the current traffic state can be monitored comparatively reliably specifically even in the region upstream of effective bottlenecks, and a comparatively reliable prediction of the future traffic state is also possible on this basis, if required.

The invention solves this problem by providing a method with the features of Claim 1. This method is distinguished, in particular, in that the traffic state upstream of a respective effective bottleneck of the traffic network is classified as a pattern of dense traffic when an edge fixed at the relevant effective bottleneck is detected between downstream free traffic and upstream synchronized traffic, that is to say when dense traffic forms upstream of the bottleneck. The pattern classification of the traffic state includes a division of the traffic upstream of the bottleneck into one or more regions, consecutive upstream, of different state

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

likewise to predict the traffic state to be expected in future in this route region.

Figure 1 shows the case of an example in which an  
5 effective bottleneck is located at a route position  $x_{s,f}$   
and, owing to correspondingly high traffic volume, an  
edge  $F_{s,f}$  fixed there has formed between a downstream  
region  $B_f$  of free traffic and an upstream region  $B_s$  of  
synchronized traffic. The formation of such an edge  $F_{s,f}$   
10 can be detected, for example, with the aid of the  
method described in the above-named German Patent  
Application No. 198 90 35 979.9. In this case, it can  
be a spatially fixed bottleneck such as, for example, a  
permanent lane reduction at this point, but it can also  
15 be a moveable bottleneck, as formed, for example, by a  
"migrating building site" or very slowly moving road-  
construction vehicles.

In the case of the detection of such a fixed edge  $F_{s,f}$   
20 between downstream free traffic  $B_f$  and upstream  
synchronized traffic  $B_s$ , the method then classifies the  
traffic state upstream of the effective bottleneck into  
a pattern of dense traffic. This uses the  
experimentally observed fact that in the case of  
25 increased traffic volume entirely typical pattern  
profiles of dense traffic form upstream of such  
effective bottlenecks, that is to say the traffic state  
there can be classified into certain typical variants  
of a pattern of dense traffic.

30 Treating the traffic state in this region as a pattern  
of dense traffic then permits a comparatively reliable  
prediction of the future traffic state and of the  
travel time required to traverse this region with a  
35 relatively low computational outlay and relatively few  
items of measured data information. For this purpose, a  
specific pattern of the dense traffic is assigned

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



upstream of the respective effective bottleneck, in particular at all points with approach roads, on the basis of measurements of the traffic, that is to say measurements of traffic parameters representative

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

but they are not individually tracked. In order to divide the traffic state into the state phases of "free traffic", "synchronized traffic" with or without "pinch regions" and "congestion point", see also the  
5 abovementioned DE 199 44 077 A1 in which suitable measures are also specified for temporal tracking of the position  $x_{GS,s}$  of the downstream edge  $F_{GS,s}$ , and the position  $x_{F,GS}$  of the upstream edge  $F_{F,GS}$ , at which a region  $B_F$  of free traffic adjoins upstream in turn.

10

Given an appropriately large traffic volume and/or an appropriate route infrastructure, a pattern of dense traffic as illustrated in Figure 3 can be formed as a further, fully expressed variant. In addition to the  
15 region  $B_s$  of synchronized traffic and the pinch region  $B_{GS}$  adjoining upstream thereof, this comprises a region  $B_{St}$  adjoining upstream thereof of moving widespread congestion which is finally adjoined upstream again by a region  $B_F$  of free traffic. In other words, the  
20 presently classified pattern of dense traffic upstream of an effective bottleneck generally comprises the three regions, occurring consecutively upstream, of synchronized traffic  $B_s$ , congested synchronized traffic (pinch region)  $B_{GS}$  and moving widespread congestion  $B_{St}$ ,  
25 of which Figures 2 and 1 show reduced forms in which the region  $B_{St}$  of "moving widespread congestion" and, additionally, the pinch region  $B_{GS}$  are lacking, something which is the case, in particular, in the starting phase of the complete pattern of Figure 3. In  
30 other words, the complete pattern according to Figure 3 is formed upstream of an effective bottleneck typically in the sequence of Figures 1 to 3 by virtue of the fact that the region  $B_s$  of synchronized traffic firstly arises at the effective bottleneck, and the pinch  
35 region  $B_{GS}$  and possibly also the region  $B_{St}$  of moving widespread congestion are then formed upstream of said region  $B_s$  when the traffic volume remains sufficiently

**AMENDED SHEET**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

large and/or is permitted by the infrastructure of the corresponding route section.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of the remainder of the pattern of dense traffic, and can therefore trigger new "full" or "reduced", or else "overarching" patterns at different upstream bottlenecks independently of whether the associated pattern of dense traffic otherwise still exists or not. All these processes can be stored in a fashion which can be called up for a prediction of the production of one or more individual patterns of dense traffic and/or one or more overarching patterns of dense traffic.

10

It may be remarked that the pattern formation processes described above are not to be understood only in terms of one dimension, but also comprise two-dimensional pattern formation processes in the two-dimensional traffic network by virtue of the fact that, for example, one or more patterns of dense traffic branch off upstream via corresponding approach roads, that is to say extend upstream onto a plurality of route sections of the traffic network, with the result that finally a two-dimensional, branched pattern of dense traffic can form.

Two application examples for the present method are illustrated in Figures 4 and 5 in a fashion combined with the method described in the abovementioned DE 199 44 077 A1. Figure 4 shows the classification of the current and future traffic state at a measuring point M of the directional lane 1, for example, of a motorway or motor highway. The traffic intensity  $q(t)$  and the average vehicle speed  $v(t)$  are measured continuously, that is to say in a time-dependent fashion, at the

30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



measuring point M and fed to a traffic centre for evaluation by a fuzzy logic system. This includes a unit 3 for fuzzifying the input variables, a fuzzy interference system 4 for deriving fuzzy result values by applying prescribable fuzzy rules to the fuzzified input variables, and a unit 5 for defuzzifying the fuzzy result values, that is to say for forming a crisp result value. Exactly one of the values of "free traffic", "synchronized traffic", "pinch region" or "congestion point" is output as a result for the current traffic state of the considered measuring point M, see block 6 in Figure 4. In the case of the use of predicted instead of current values of the traffic intensity  $q(t)$  and the average speed  $v(t)$  the fuzzy logic system outputs as a result the traffic state at the measuring point M predicted for this future point in time, see block 7 of Figure 4. The mode of procedure in the abovementioned DE 199 44 077 A1, to which reference may be made, is described to this extent.

The present method is based thereon and additionally provides a further-reaching traffic prediction which is based on the prediction information obtained in accordance with block 7 of Figure 4. Specifically, in this case the traffic state is classified in the fashion explained above with regard to the typical pattern of dense traffic for route sections upstream of effective bottlenecks of the traffic network, and the best-fitting pattern is selected from the stored pattern variants and associated profiles when the measuring point M forms an effective bottleneck and dense traffic forms upstream thereof because of a correspondingly large traffic volume, as illustrated by a block 8.

Figure 5 shows a method example which is largely similar to that of Figure 4 and additionally permits

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the detection of the upstream edge  $F_{F,s}$  of a respective region  $B_s$  of synchronized traffic even for positions  $x_{F,s}$  between two measuring points A, B, including a prediction of this edge position  $x_{F,s}$  even in such  
5 intermediate regions, see block 9 of Figure 5. It is possible to this extent to refer once more to the description of this functionality in the abovementioned DE 199 44 077 A1. The present method example is based thereon and uses the prediction data, obtained in  
10 accordance with block 9, on the extent and position of a respective region  $B_s$  of synchronized traffic to make a further-reaching traffic prediction of the dense traffic forming there and in the region upstream thereof in accordance with the finding explained above  
15 and the temporal tracking of the associated typical pattern of dense traffic

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

USA?

# Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 21. April 2001

Telefon: (0 89) 2195-2740

Aktenzeichen:

199.44.075.1-32

Anmelder:

s. Adr.

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

DaimlerChrysler AG  
Intellectual Property Management  
FTP, C 106

70546 Stuttgart

FTP	
Eing.: 14. Mai 2001	Ihr Zeichen: P03273/DE/1 rei-si
UT.,	
z. Erledigung	FTP/E FTP/F
Frist	14.07.01

Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder ausgefüllt

Prüfungsantrag, wirksam gestellt am 14.9.99

Eingabe vom

eingegangen am

Die Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt:

Zur Äußerung wird eine Frist von

**zwei Monat(en)**

gewährt, die mit der Zustellung beginnt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigelegt werden (z.B. Beschreibung, Beschreibungsteile, Patentansprüche, Zeichnungen), sind je zwei Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Beschreibung, die Patentansprüche oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Deutschen Patent- und Markenamt vorgeschlagen sind, im Einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

In diesem Bescheid sind folgende Entgegenhaltungen erstmalig genannt. (Bei deren Nummerierung gilt diese auch für das weitere Verfahren):

Anlage: Abl. von 1 Entgegenhaltung

- 2 -

## Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer nach dem 1. Januar 1987 mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

**Annahmestelle und  
Nachtbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstraße 12**

Hauptgebäude  
Zweibrückenstraße 12  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
Markenabteilungen:  
Cincinnatistraße 64  
81534 München

Hausadresse (für Fracht)  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

Telefon (089) 2195-0  
Telefax (089) 2195-2221  
Internet: <http://www.dpma.de>

Bank:  
Landeszentralbank München  
Kto.Nr.: 700 010 54  
BLZ: 700 000 00

P 2401.1  
08.00  
02/01

S-Bahnanschluss im  
Münchner Verkehrs- und  
Tarifverbund (MVV):



Zweibrückenstr. 12 (Hauptgebäude)  
Zweibrückenstr. 5-7 (Breiterhof)  
S1 - S8 Haltestelle Isartor

Cincinnatistraße:  
S2 Haltestelle Fasangarten  
Bus 98 / 99 (ab S-Bahnhof Giesing) Haltestelle Cincinnatistraße

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1. US – Physical Review E, 05/96, Volume 53, Seiten R4275 – R4278

Aus der Entgegenhaltung 1 ist ein Verfahren zur Überwachung des Verkehrszustandes in einem Verkehrsnetz, insbesondere in einem Straßenverkehrsnetz, bei dem der Verkehrszustand unter Berücksichtigung von aufgenommenen Verkehrsmeßdaten eines oder mehrerer Verkehrsparameter, die wenigstens Informationen über die Verkehrsstärke und/oder die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit umfassen, in jeweils eine von mehreren Zustandsphasen klassifiziert wird, die mindestens die Zustandsphasen „freier Verkehr“ und „synchronisierter Verkehr“ umfassen, bekannt, vgl. Spalte 1, Absatz 2 und Spalte 3, Absatz 1. Das Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist damit bis auf die effektiven Engstellen aus der Entgegenhaltung 1 bekannt.

Es wird deshalb die einteilige Anspruchsfassung empfohlen. Ansonsten ist der Anspruch 1 voraussichtlich gewährbar.

Im Anspruch 4 werden die zugehörigen Flankenpositionen von Bereichen synchronisierten Verkehrs ermittelt (berechnet). Wie diese Flankenpositionen ermittelt werden sollen, geht aus den Anmeldungsunterlagen nicht hervor. Die Anmelderin wird deshalb aufgefordert die Ermittlung druckschriftlich durch vorveröffentlichten Stand der Technik zu belegen. Da der Anspruch 4 durch die unbekannte Ermittlung eine nicht ausführbare technische Lehre enthält, ist er nicht gewährbar.

Die Ansprüche 2, 3 und 5 bis 8 wären ohne die Rückbeziehung auf Anspruch 4 voraussichtlich gewährbar.

Der auf Seite 4, Absatz 1 aufgeführte Stand der Technik ist offensichtlich nicht vorveröffentlicht und sollte deshalb entfallen.

Während bei Vorlage von den vorangehenden Ausführungen genügenden Unterlagen die Patenterteilung in Aussicht gestellt werden kann, ist dies aufgrund der geltenden Unterlagen nicht möglich.

Falls eine Äußerung in der Sache nicht beabsichtigt ist, wird eine formlose Mitteilung über den Erhalt des Bescheids erbeten.

Prüfungsstelle für Klasse G08G

*R Moser*

(Dipl.-Ing. R. Moser)

Ausgefertigt

*Greißel*  
Regierungsangestellte



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**